

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**“PROPUESTA DE UNA RED DE TELEFONÍA IP PARA LA NUEVA
POLIRED DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL”**

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

CÓRDOVA PINTADO MARÍA DANIELA

DIRECTOR: DR. ENRIQUE MAFLA

Quito, Abril 2007

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. María Daniela Córdova Pintado, bajo mi supervisión.

Dr. Enrique Mafla

DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

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

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

María Daniela Córdova Pintado

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a Dios, porque del resultado del mismo El es dueño y autor.

A mi abuelita que aunque no está presente en la tierra, estaría feliz de ver concluida esta etapa de mi vida.

A mi futuro bebé que está presente en cada pensamiento y en cada decisión actual en mi vida.

A mi papi por todo el esfuerzo para darme los estudios universitarios.

A mi mami por sus consejos y fuerza durante el período de estudios.

A mis tres hermanos. Salgan adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme permanecer firme con sus fuerzas ante todas las dificultades y tropiezos durante el tiempo en la carrera. Le agradezco que me dé vida y la oportunidad de presentar este trabajo. Le agradezco que siempre me acompañe, me cuide y sobre todo le agradezco que me haya tomado en cuenta en su promesa. Gracias Señor en el nombre de Jesucristo.

Agradezco a mi tutor el Doctor Enrique Mafla, por ser la guía en la última fase en el proceso de aprendizaje, por su paciencia y dedicación. Gracias.

PRESENTACION

El presente documento constituye la documentación del trabajo realizado con el fin de cumplir el objetivo de diseñar la propuesta de red de telefonía IP para la Escuela Politécnica Nacional.

Inicialmente encontraremos el marco teórico en el que realizamos el breve análisis de la situación actual de la POLIRED. También encontraremos el análisis de requerimientos para proponer un diseño para la red de telefonía IP de la EPN. Encontraremos la propuesta de red para la EPN con su respectivo análisis de costos beneficios. Finalmente encontraremos las conclusiones y recomendaciones que hacen referencia al presente proyecto.

Espero que este documento sea de agrado para lector y le permita comprender la tecnología de voz sobre IP y telefonía IP.

RESUMEN

El presente proyecto de titulación trata la propuesta de una red de telefonía IP para la Escuela Politécnica Nacional. Esta propuesta se basa en el cambio de una infraestructura tradicional de comunicaciones telefónicas por una infraestructura basada en comunicaciones IP. Este documento se encuentra dividido en cuatro capítulos o secciones.

En la primera sección del trabajo encontraremos el análisis de la situación actual de la POLIRED. Este análisis desde el punto de vista de las características de la POLIRED. Presentamos la metodología con la cual se llevará a cabo el desarrollo del proyecto hasta llegar a una propuesta de diseño. Adicionalmente presentamos en forma general algunas de las tecnologías actuales de telefonía IP.

En la segunda sección del trabajo encontraremos el análisis de requerimientos. En este análisis hacemos referencia a la POLIRED y a los requerimientos necesarios para establecer una propuesta concreta del diseño de la red de telefonía IP.

En la tercera sección del trabajo presentamos las propuestas de diseño de la red de telefonía IP para la EPN. Estas propuestas son con base en los requerimientos obtenidos en la segunda parte. Adicionalmente encontraremos el análisis de costos beneficios de la propuesta de diseño seleccionada para la institución.

En la cuarta sección encontraremos las conclusiones y recomendaciones referentes al presente proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

Introducción.....	1
Capitulo 1.- Marco Teórico.....	4
1.1 Metodología.....	4
1.2 Características de la Polired.....	5
1.2.1 Módulo de core.....	6
1.2.2 Módulo de distribución.....	7
1.2.3 Módulo de acceso.....	9
1.2.4 Módulo de servidores.....	10
1.2.4.1 Servidor DNS y Correo.....	10
1.2.4.2 Servidor Web.....	11
1.2.4.3 Servidor de aplicaciones.....	11
1.2.4.4 Servidor DHCP.....	11
1.2.4.5 Servidor de monitoreo.....	12
1.2.5 Módulo de usuarios.....	12
1.3 Tecnologías de voz sobre IP (VoIP).....	14
Capitulo 2.- Análisis de requerimientos.....	16
2.1 Usuarios.....	18
2.1.1 Usuarios administrativos.....	19
2.1.2 Usuarios profesores.....	25
2.1.3 Usuarios estudiantes.....	29
2.1.4 Usuarios trabajadores.....	34
2.1.5 Resumen de la encuesta.....	34
2.2 Aplicaciones.....	36
2.2.1 Protocolos de la primera macro capa para los servicios de telefonía IP.....	36
2.2.2 Codecs de compresion de voz.....	37
2.2.3 Telefonía IP (realizar y recibir llamadas).....	38
2.2.4 Mensajería unificada.....	39
2.3 Protocolos.....	40
2.3.1 Protocolos de conectividad.....	40
2.3.1.1 Protocolo IP (Internet Protocol).....	42

2.3.1.2 Real Time Protocol (RTP).....	42
2.3.1.3 Protocolo H.323.....	43
2.3.1.3.1 Pila de Protocolos H.323.....	44
2.3.1.4 SIP (Session Initiation Protocol).....	44
2.3.1.5 MGCP (Media Gateway Control Protocol).....	45
2.3.1.5.1 Pila de protocolos MGCP.....	46
2.3.2 Analisis Entre SIP, H.323 y MGCP.....	47
2.3.3 Direccinamiento.....	48
2.3.4 Enrutamiento.....	49
2.4 Tráfico.....	52
2.4.1 Central telefónica de la EPN.....	52
2.4.2 Análisis del tráfico de datos.....	53
2.4.2.1 Tráfico en los enlaces hacia el core.....	54
2.4.3 Análisis del tráfico de voz.....	56
2.5 Calidad de servicio (QoS).....	59
2.5.1 Protocolo de QoS.....	61
2.6 Red Física.....	63
2.6.1 Gateway de voz.....	65
2.6.2 Central IP.....	66
2.6.3 Servidor de mensajería unificada.....	67
2.6.4 Teléfonos IP.....	67
Capitulo 3.- Diseño de la red de telefonía IP.....	69
3.1 Alternativas de diseño.....	69
3.1.1 Diseño distribuido de telefonía IP.....	70
3.1.2 Diseño centralizado de telefonía IP.....	71
3.1.3 Opciones de diseño de telefonía IP.....	72
Opcion 1: Red de telefonía IP híbrido centralizado.....	73
Opcion 2: Red de telefonía IP híbrido distribuido.....	73
Opcion 3: Red de telefonía IP pura distribuida.....	74
Opcion 4: Red de telefonía IP pura centralizado.....	75
3.2 Selección de la mejor alternativa.....	76
3.2.1 Análisis de los diseños propuestos.....	76
3.2.2 Especificación del diseño.....	78

3.2.3 Plan de marcación.....	79
3.2.3.1 Consideraciones para el esquema de numeración.....	81
3.2.3.2 Numeración tipo PSTN.....	82
3.2.3.3 Cantidad de dígitos para la numeración.....	82
3.2.4 Plan de marcación para la EPN.....	83
3.3 Análisis de costos.....	85
3.3.1 Costo de infraestructura.....	85
3.3.2 Costo de consumo telefónico.....	88
3.3.3 Beneficios que se obtinene con telefonía IP en la EPN.....	89
Capitulo 4: Conclusiones y Recomendaciones.....	91
4.1 Conclusiones.....	91
4.2 Recomendaciones.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Topología física de la POLIRED.....	8
Figura 2.1: Modelo OSI referenciado en macro capas para el análisis de la telefonía IP.....	16
Figura 2.2: Pila de protocolos de H.323.....	44
Figura 2.3: Topología de las rutas de la POLIRED.....	51
Figura 2.4: Enlaces en los que se mide el tráfico de datos.....	54
Figura 3.1: Diseño aplicando el modelo distribuido de telefonía IP para la EPN.....	70
Figura 3.2: Diseño aplicando el modelo centralizado de telefonía IP para la EPN.....	71
Figura 3.3: Diseño de red de telefonía IP híbrido centralizado de la EPN.....	73
Figura 3.4: Diseño de red de telefonía IP híbrido distribuido de la EPN.....	74
Figura 3.5: Diseño de red de telefonía IP puro distribuido de la EPN.....	75
Figura 3.6: Diseño de red de telefonía IP puro centralizado de la EPN.....	75
Figura 3.7: Propuesta del diseño de la red de telefonía IP para la EPN.....	80

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 2.1: Porcentajes de la distribución por cargos en la EPN.....	19
Gráfico 2.2: Porcentajes de la distribución de los usuarios administrativos que poseen servicio telefónico de acuerdo a las líneas telefónicas identificadas.....	20
Gráfico 2.3. Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos de los usuarios administrativos que poseen el servicio.....	21
Gráfico 2.4: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos que los usuarios administrativos requieren.....	22
Gráfico 2.5: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios de telefonía IP por parte de los administrativos.....	23
Gráfico 2.6: Porcentajes de usuarios administrativos conectados a la POLIRED.....	25
Gráfico 2.7: Porcentajes de la distribución de los profesores a tiempo completo que poseen servicio telefónico.....	25
Gráfico 2.8: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos de los profesores a tiempo completo que poseen el servicio.....	26
Gráfico 2.9: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos que los profesores requieren.....	27
Gráfico 2.10: Porcentajes de la frecuencia de uso de los posibles servicios de telefonía IP que los profesores utilizarían.....	28
Gráfico 2.11: Porcentajes de profesores conectados a la POLIRED.....	29
Gráfico 2.12. Porcentajes de la distribución de los usuarios estudiantes que utilizan el servicio telefónico.....	30
Gráfico 2.13: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos de los estudiantes que poseen el servicio.....	31
Gráfico 2.14: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos que los usuarios estudiantes requieren.....	32
Gráfico 2.15: Porcentajes de la frecuencia de uso de los posibles servicios de telefonía IP que los usuarios estudiantes utilizarían.....	33
Gráfico 2.16: Porcentajes de usuarios estudiantes conectados a la	34

POLIRED.....	
Gráfico 2.17: Tráfico en los principales enlaces de la POLIRED obtenido en noviembre de 2006.....	55
Gráfico 2.18: Disponibilidad de los enlaces de la POLIRED del nivel de distribución y backbone.....	56
Gráfico 2.19: Intensidad de Tráfico de la hora pico entre la semana del 14 al 27 de octubre.....	57
Gráfico 2.20: Proyección de la POLIRED con el tráfico de voz en la hora pico.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Resumen de usuarios que necesitan telefonía IP.....	35
Tabla 2.2: Codecs de compresión de voz.....	37
Tabla 2.3: Protocolo para telefonía IP.....	41
Tabla 2.4: Protocolo para telefonía IP Vs Modelo OSI.....	41
Tabla 2.5: Pila de protocolos de MGCP.....	46
Tabla 2.6: Comparación de protocolos para telefonía IP.....	47
Tabla 2.7: Tráfico promedio total de noviembre de 2006 en los principales enlaces.....	55
Tabla 2.8: Protocolos de calidad de servicio para telefonía IP en la POLIRED.....	62
Tabla 2.9: Parámetros AVVID considerados para la red física de la POLIRED.....	64
Tabla 3.1: Diseño de telefonía IP Vs. Especificaciones de la POLIRED y usuarios del servicio.....	76

ANEXOS

- Anexo 1: Cuestionario AVVID para analizar infraestructuras Cisco
- Anexo 2: Personal que trabaja en la EPN
- Anexo 3: Formato de las encuestas para los usuarios del servicio telefónico
- Anexo 4: Resumen del tráfico de voz de la EPN
- Anexo 5: Tabla de Erlang para la intensidad de tráfico

INTRODUCCION

La Escuela Politécnica Nacional tiene una infraestructura de telefonía basada en una central PBX. A esta central se conectan 410 usuarios. Actualmente esta central telefónica no satisface la demanda en crecimiento de usuarios y servicios. En la central existen 32 troncales disponibles para configurar y 52 puertos libres lo que solo podría abastecer a 52 usuarios si se contrata 20 líneas. El cableado telefónico de ésta central no se encuentra totalmente distribuido en la EPN. Con éste cableado no es posible llegar a todos los sitios de la institución. Los servicios que ofrece la central telefónica de la EPN son llamadas internas, llamadas locales, transferencias de llamadas, llamadas en espera. Existen otros servicios como llamadas a celular e internacionales que no se ofrecen a todos los usuarios a pesar de que existe una alta demanda de los mismos.

La central telefónica de la EPN ha sido reparada 2 veces por daños graves. Los dos daños fueron causados por caída de rallos e inadecuada instalación eléctrica. Estos daños ocasionaron que se quemara el procesador central de la central telefónica, dejando a todos los usuarios sin servicio. Cada reparación del procesador tuvo un costo de 14.000 dólares hace 13 y hace 6 años. La central telefónica tiene vida útil de 10 años y en la actualidad esta funcionando 14, desde 1993.

Una solución a los actuales inconvenientes de la telefonía tradicional es la telefonía IP. Con la telefonía IP que se propone en este proyecto para la EPN existe la posibilidad de crecer hasta 500 usuarios sin necesidad de contratar nuevas líneas para comunicarse internamente. La telefonía IP llega a cada usuario conectado a la red de la EPN sin necesidad de un cableado adicional. Los servicios de la telefonía IP son los mismos que ofrece la telefonía tradicional y adiciona servicios como mensajería unificada, llamadas por internet, transferencia de llamadas a otros números, recepción de llamadas internaciones, entre otros.

La red de telefonía IP se diseña sobre la red de datos de la EPN. Para diseñar ésta red realizamos el análisis de requerimientos y la especificación de requerimientos de la red de la EPN y la red de telefonía IP. En éste proyecto realizamos 4 diseños de red de telefonía IP y de estos 4 diseños seleccionamos la mejor alternativa en base al análisis de cada diseño.

Para conseguir el objetivo planteado de diseñar la red de telefonía IP para la EPN, hemos estructurado este documento en cuatro capítulos. El capítulo uno referencia al marco teórico. En el marco teórico explicamos la metodología para realizar el diseño de la red de telefonía IP. En éste capítulo uno describimos y analizamos las características de la POLIRED¹. Finalmente en éste capítulo revisamos las tecnologías de voz sobre IP (VoIP) que se pueden aplicar a la red de la EPN.

En el capítulo dos realizamos el análisis y especificación de requerimientos. El análisis de requerimientos con base en los usuarios y las aplicaciones de telefonía IP determinan la red física, los protocolos de conectividad y la calidad de servicio (QoS) para telefonía IP. En éste análisis consideramos el tráfico de voz y de datos que se generan en la red telefónica y en la red de la EPN. Con base en las especificaciones del modelo OSI analizamos la arquitectura de la red de la EPN para integrar voz y datos. Para el análisis de la red física utilizamos la arquitectura desarrollada por Cisco para las redes de telefonía IP.

En el capítulo tres realizamos el diseño de la red de telefonía IP para la EPN. Para realizar el diseño de telefonía IP consideramos cuatro diseños de redes de telefonía IP. De los cuatro diseños de telefonía IP hacemos la elección de la mejor alternativa de diseño para la EPN con base a los requerimientos analizados en el capítulo dos. En éste capítulo hacemos el análisis de costo beneficio de la propuesta de diseño seleccionada.

¹ Nombre de la red de datos de la EPN

En el capítulo cuatro realizamos las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

A éste documento adjunta la respectiva bibliografía y los anexos que formaron parte de la investigación para efectuar el proyecto de titulación.

CAPITULO 1.- MARCO TEÓRICO

En éste capítulo realizamos la descripción y análisis de la situación actual de la red de la EPN con base en las características de la POLIRED. Dentro de éste capítulo explicamos la metodología para realizar el diseño de la red de telefonía IP. Finalmente en éste capítulo revisamos las tecnologías de voz sobre IP (VoIP) que se pueden aplicar a la red de la EPN.

1.1 METODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo planteado en este proyecto, se aplica la siguiente metodología:

- Analizar las aplicaciones para telefonía IP que requieren los usuarios del servicio telefónico. Para analizar dichas aplicaciones utilizamos encuestas. Estas encuestas se realizan a un grupo seleccionado de usuarios que se dividen conforme al cargo que ocupan dentro de la EPN. El resultado de la encuestas nos muestra que aplicaciones iniciales implementar y con que usuarios comenzar la migración a telefonía IP.
- Analizar los protocolos de conectividad de telefonía IP para la red de telefonía IP. Estos protocolos resultan del análisis de las aplicaciones que los usuarios requieren de la telefonía IP.
- Dividir el modelo OSI en tres macro capas para realizar el análisis de requerimientos para telefonía IP. Esta división del modelo OSI se realiza de forma descendente. Este análisis permite establecer las aplicaciones, red de datos y red física para el diseño de la red de telefonía IP.
- Utilizar los lineamientos de la arquitectura AVVID propuesta por Cisco. Esta arquitectura propuesta es para redes convergentes de voz y datos. Este análisis de AVVID lo usamos en la última macro capa del modelo OSI (red física) con el fin de diseñar la red de telefonía IP para la EPN.
- Analizar los requerimientos mínimos necesarios de funcionalidad, que debe cumplir la POLIRED para la red de telefonía IP. Este análisis lo realizamos con base en el análisis y especificación de requerimientos.

- Diseñar cuatro opciones de redes de telefonía IP. Estos diseños se realizan con base a los cuatro modelos de diseño de redes de telefonía IP existentes. De éstos diseño se seleccionará la mejor alternativa para la institución.
- Realizar el análisis de costo beneficio de la infraestructura propuesta de telefonía IP para la EPN.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA POLIRED

La POLIRED está diseñada en tres capas físicas. Las capas de la POLIRED son core, distribución y acceso. Estas capas están distribuidas en forma jerárquica siguiendo un diseño de arriba hacia abajo de redes. La red física de la POLIRED, está conformada por el cableado, por los switches de capa 2 y los componentes físicos de las computadoras que usan los usuarios para conectarse a la POLIRED. En la figura 1.1 se muestra la distribución de los módulos a los que hacemos referencia.

El cableado de la POLIRED se distribuye en un anillo de fibra óptica (FO). Este anillo de FO interconecta los principales edificios de la EPN (Sistemas, Eléctrica, Administración, Civil, Hidráulica, EPCAE, Casa Mata, ICB, Tecnólogos, Química). La tecnología implantada de la fibra es FDDI (Interfaz de Datos sobre Fibra Distribuida). Esta tecnología permite conectividad a 1000 Mbps entre los enlaces. Dentro de cada edificio se utiliza cableado UTP (par trenzado sin blindaje). Este cableado UTP está distribuido de forma desordenada hasta el usuario final. El desorden en a éste nivel ocasiona los problemas que enfrentan los usuarios a diario cuando utilizan los servicios de la POLIRED.

En cuanto a los módulos en los que se encuentra distribuida la POLIRED, éstos se analizan a continuación:

1.2.1 MÓDULO DE CORE

La POLIRED cuenta con 2 conmutadores que componen el backbone principal de la red. Estos conmutadores se denominados switches de core y pertenecen a la

serie Catalyst 4507R de Cisco. Cada conmutador del backbone principal trabaja a nivel de capa 2, 3 y 4 del modelo OSI. Para telefonía IP es necesario que éstos conmutadores trabajen a nivel de capa 2 y 3. Estos niveles permiten que el servicio de telefonía IP tenga un nivel aceptable de funcionamiento.

Los conmutadores del módulo de core pueden conmutar paquetes a 48 Mpps. Esta conmutación de paquetes permite la transmisión eficiente de paquetes en la red independientemente del camino que sigan los mismos. Estos conmutadores tienen velocidad de 64 Gbps. Esta velocidad reduce el tiempo que esperan los usuarios por las aplicaciones que se usan en la POLIRED. Los usuarios que se encuentran más cerca de éste módulo obtienen mejores tiempos de respuesta.

Para la administración de los conmutadores y de la POLIRED se aplica en cada equipo VLAN (redes virtuales), ACL (Lista de Control de Acceso) y calidad de servicio (QoS). Esta administración se realiza conforme a las decisiones internas en la Unidad de Gestión de Información y no son de conocimiento de los usuarios en general. Las VLAN se aplican a nivel de capa dos, tres y cuatro. Estas VLAN permiten la administración sencilla desde el punto de vista del administrador de la red. Las ACL se aplican conforme a la necesidad de uso. En cuanto a calidad de servicio (QoS), los conmutadores poseen QoS a nivel de capas dos y tres. La calidad de servicio en la POLIRED garantiza el servicio priorizando tráfico UDP/TCP y asignando ancho de banda por protocolos de acuerdo al servicio. A pesar de que estos conmutadores del core tienen buenas características, los servicios que la POLIRED ofrece son deficientes por la falta de administración de la red en general.

Finalmente, “Los switches cisco Catalyst 4507R son recomendados por cisco y la arquitectura AVVID para redes integradas de voz, video y datos.”²

1.2.2 MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN

² Cisco Road 2004

Este módulo está conformado por 5 conmutadores Cisco. La serie de éstos conmutadores es Catalyst 3560. Dichos equipos pueden trabajar a nivel de capas 2, 3 y 4 del modelo OSI. A este nivel es necesario para telefonía IP que los conmutadores trabajen a nivel de capa 2 y 3.

Los conmutadores del módulo de distribución pueden conmutar paquetes a 21 Mpps. Esta conmutación de paquetes permite la transmisión eficiente de paquetes en la red independientemente del camino que sigan los mismos. Estos conmutadores tienen velocidad de 28 Gbps. Esta velocidad reduce el tiempo que esperan los usuarios por las aplicaciones que se usan en la POLIRED. Los usuarios que se encuentran más cerca de éste módulo obtienen mejores tiempos de respuesta.

Para la administración de los conmutadores y de la POLIRED se aplica en cada equipo VLAN (redes virtuales), ACL (Lista de Control de Acceso) y calidad de servicio (QoS). Esta administración se realiza conforme a las decisiones internas en la Unidad de Gestión de Información y no son de conocimiento de los usuarios en general. Las VLAN se aplican a nivel de capa dos, tres y cuatro. Estas VLAN permiten la administración sencilla desde el punto de vista del administrador de la red. Las ACL se aplican conforme a la necesidad de uso. En cuanto a calidad de servicio (QoS), los conmutadores poseen QoS a nivel de capas dos y tres. La calidad de servicio en la POLIRED garantiza el servicio priorizando tráfico UDP/TCP y asignando ancho de banda por protocolos de acuerdo al servicio. A pesar de que estos conmutadores del core tienen buenas características, los servicios que la POLIRED ofrece son deficientes por la falta de administración de la red en general.

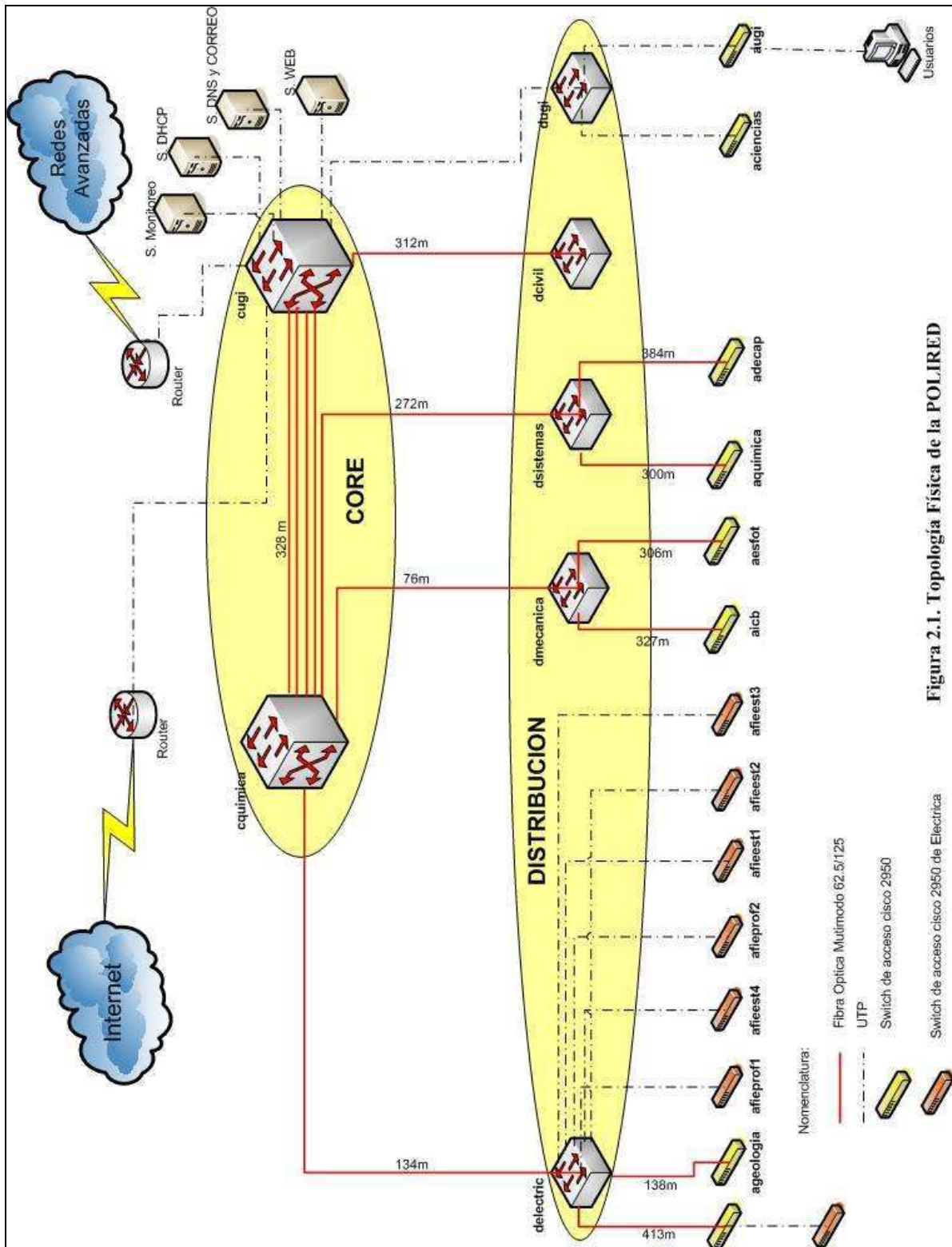


Figura 2.1. Topología Física de la POLIRED

Figura 1.1: Topología física de la POLIRED

1.2.3 MÓDULO DE ACCESO

El módulo de acceso está conformado por 15 conmutadores Cisco de la serie Catalyst 2950. Estos conmutadores pueden conmutar paquetes a nivel de capa 2 del modelo OSI. La transmisión de los paquetes por la POLIRED de los conmutadores que pertenecen al módulo de acceso es de 6 Mpps. La velocidad de éstos conmutadores es de 8 Gbps lo que permite reducir el tiempo de respuesta en las aplicaciones de la POLIRED. Los conmutadores de acceso de la red tienen la capacidad para calidad de servicio. Estas características permiten que se pueda implementar telefonía IP en la EPN. A pesar de que estos equipos poseen estas facilidades, los servicios actuales que da la POLIRED son deficientes.

El módulo de acceso está incompleto. En éste módulo hacen falta conmutadores en las diferentes dependencias de la EPN. Esto genera que el rendimiento de la red en determinados sitios sea más deficiente que en otros sitios. A este nivel encontramos hubs y conmutadores en cascada de diferentes características que disminuyen la velocidad y rendimiento de la POLIRED. Después de éste nivel se encuentran algunos usuarios. Estos usuarios son los perjudicados por el desorden físico después de éste nivel. Por lo tanto a pesar de que los switches tienen la capacidad de soportar telefonía IP por las características mencionadas en líneas anteriores, no se garantiza el servicio para todos los usuarios de la POLIRED, porque esta parte de red es desordenada y no se puede administrar.

Para ofrecer telefonía IP a todos los usuarios de la POLIRED se debe reemplazar todos los hubs por conmutadores de características similares a los contabilizados como parte del módulo de acceso. Los usuarios después de éste nivel podrán tener acceso a la telefonía IP, además de que se solucionaría el acceso a internet, correo electrónico y otros servicios. Lamentablemente, los problemas que tiene la POLIRED se reflejan en el mal funcionamiento y rendimiento de la red para los usuarios. Desde el módulo de acceso no se pueda controlar a los niveles inferiores que poseen switches no administrables. Adicionalmente a los módulos de core, distribución y acceso, se encuentran los módulos de servidores y usuarios, los mismos que analizamos a continuación.

1.2.4 MÓDULO DE SERVIDORES

Este módulo está conformado por los servidores de la POLIRED ubicados en la UGI. Dicho módulo está conectado al conmutador principal del módulo de core ubicado en la UGI. Los servidores que pertenecen a éste módulo son DNS, correo electrónico, servidor WEB, servidor DHCP, servidor de aplicaciones y servidor de monitoreo. Existen dependencias como la facultad de Eléctrica que tienen sus propios servidores, pero para éste análisis nos limitaremos a los servidores ubicados en la UGI, los mismos que consideramos son los principales dentro de la escuela.

1.2.4.1 Servidor DNS y Correo

Los servidores DNS y CORREO se encuentran configurados en un mismo equipo. Este equipo tiene las características suficientes para soportar el acceso de los servidores. Las características del equipo son 1 GB en memoria, 160 GB de disco duro, un procesador Intel xeon de 3 GHz y el sistema operativo LINUX red hat 9. A pesar de las características del servidor el servicio de correo electrónico es deficiente. Este detalle no solo se debe a las características del servidor sino también a la ubicación del usuario final.

El servidor de correo no cumple con los requerimientos de disponibilidad, autenticidad, confidencialidad, control de virus y spam que debería cumplir para dar un servicio seguro a los usuarios. A pesar de que en este servidor es posible la implementación de uno de los servicios de telefonía IP como es mensajería unificada, éste no se recomienda mientras el servidor no de las garantías de seguridad a los usuarios.

1.2.4.2 Servidor Web

El servidor Web de la EPN provee el servicio de acceso a la información web local e Internet. Este servidor se encuentra configurado en una máquina de características mínimas para ofrecer el servicio. Los usuarios pueden acceder a

este servidor para obtener información de la web pública. Adicional al servidor que se encuentra en la UGI existe un servidor oficial con enlaces a varios servidores distribuidos en el campus. Este servidor no lo tomamos en cuenta para telefonía IP porque este servicio no requiere del servidor web para funcionar.

1.2.4.3 Servidor de Aplicaciones

En el servidor de aplicaciones se realizan todas las aplicaciones que la POLIRED provee a los usuarios de la EPN. Estas aplicaciones se exponen en el sitio web de la EPN desde el servidor web. El servidor aplicaciones se utiliza para realizar cambios específicos generalmente en época de matrículas con el propósito de mostrar información estática en la página web de la EPN.

1.2.4.4 Servidor DHCP

El servidor DHCP asigna los parámetros de configuración básicos para el acceso a internet a los usuarios de la POLIRED. Este servidor fue configurado en enero de 2006. Los parámetros de configuración necesarios que asigna son dirección IP, máscara de red, puerta de enlace y dirección de DNS para acceder al servicio de Internet. Las direcciones que asigna el DHCP son direcciones privadas, las mismas que renueva cada 90 días.

El equipo que realiza las funciones de DHCP³ es un servidor IBM, con Windows 2003 server en el que se ha configurado el protocolo DHCP para proveer éste servicio como servidor. Este servidor tiene configurado 5 ámbitos; eléctrica, mecánica, sistemas, civil y UGI. En cada ámbito se asignan parámetros de configuración a profesores, estudiantes, administrativos, investigación y SAE, conforme a las decisiones tomadas por el administrador de la red. Este servidor DHCP debe seguir funcionando con telefonía IP porque

³ DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol: es un protocolo de red que permite a los nodos de una red IP obtener sus parámetros de configuración como dirección ip, máscara de red, puerta de enlace, DNS(Domain Name Service) automáticamente.

para usar los teléfonos IP es necesaria asignación de direcciones a cada teléfono.

1.2.4.5 Servidor de Monitoreo

El servidor de monitoreo permite monitorear los enlaces y los dispositivos de los tres módulos identificados anteriormente. Este servidor fue implementado junto con la POLIRED con software propietarios cisco para monitoreo de la red. Este servidor utiliza Cisco WORKS de forma gráfica y permite vigilar los enlaces de forma general con todas las dependencias de la EPN. Con este servidor se puede acceder de forma remota a cada equipo conectado a los diferentes módulos de la POLIRED (core, distribución y acceso).

Este servidor de monitoreo no tiene la capacidad para telefonía IP. Los servidores que monitorean la telefonía IP se contemplan con los equipos para telefonía IP.

1.2.5 MÓDULO DE USUARIOS

En el módulo de usuarios hacemos referencia a los equipos que usan los usuarios para conectarse a la POLIRED. La cantidad de equipos conectados a la POLIRED son 1053 conectados. De los equipos conectados hasta el año 2005. El 44,53% (469) son máquinas 386, 486, Pentium I, Pentium II y Pentium III, mientras que el restante 55,47% (584) son equipos Pentium IV que se han ido adquiriendo en el transcurso de los años 2003 – 2005.

Los equipos distribuidos en el campus poseen características diferentes. Estos equipos no cumplen con ningún estándar por lo que se requiere que los nuevos equipos adquiridos respondan a un estándar (memoria, velocidad de procesamiento, disco duro, interface de red), que permitan solventar la demanda de aplicaciones vía Internet y las aplicaciones corporativas de la EPN como SAE.

Los equipos de los usuarios de la POLIRED deben ser reemplazados. El 44,53% de los equipos de los usuarios de la POLIRED se deben cambiar por

equipos que tengan características similares o mejores que los equipos de los usuarios que han remplazado los computadores. La adquisición de nuevos computadores debe sujetarse a un estándar para adquirirlos.

Los módulos en los que se encuentra estructurada la POLIRED facilitan la escalabilidad e incrementan el rendimiento de la red. Esta división por módulos permite el crecimiento de red en cuanto a puntos de conectividad para nuevos elementos activos y terminales. Cada módulo es monitoreado remotamente. A pesar de que actualmente existen las facilidades para monitoreo y administración, los servicios que ofrece la POLIRED son deficientes en cuanto a rendimiento y administración para el usuario.

Todos los módulos de la POLIRED son inseguros. La seguridad en cada módulo se maneja conforme a las capacidades de los equipos que pertenecen al módulo. Para seguridad se configura cada conmutador por puertos, se configuran listas de acceso, están configurados con redes virtuales. No existe control de virus con antivirus corporativo o actualizado. No existe infraestructura de seguridad que controle todos los ataques internos y externos en la red. Este problema de seguridad afecta el rendimiento de la red en las aplicaciones a los usuarios.

1.3 TECNOLOGÍAS DE VOZ SOBRE IP (VoIP)

Dentro de la sección de tecnología de voz sobre IP consideramos las tecnologías de telefonía IP para la POLIRED. Con el conocimiento de estas tecnologías podemos establecer la tecnología apropiada para la POLIRED.

Existe una diferencia en VoIP y telefonía IP. Voz sobre IP (VoIP) es la tecnología en la que se digitaliza, se comprime la voz y se encapsula sobre el protocolo IP para efectuar llamadas internas dentro de la red LAN. Telefonía IP es la infraestructura que permite hacer llamadas internas en la red LAN y a cualquier teléfono de las redes telefónicas pública (Andinatel, Pacifictel, celulares, internacionales).

Las tecnologías de VoIP para la POLIRED son Cisco, 3Com, Alcatel, Nortel, Asterisk, entre otras. Estas tecnologías permite la implementación de redes de VoIP y telefonía IP mediante equipos de sus propias líneas.

3COM provee soluciones con equipos y teléfonos de su propia fabricación para redes de VoIP y telefonía IP. Estos equipos son “compatibles a nivel de conmutadores de acceso y teléfonos Cisco”⁴. 3Com no es compatible con los conmutadores de core. Los conmutadores 3Com no permiten tener en el mismo puerto computadoras y teléfonos. Con la solución de 3Com podemos implementar VoIP pero no telefonía IP.

La solución Alcatel⁵ es compatible con cisco en telefonía IP y tiene su propia gama de equipos y teléfonos IP. Cuando se implementa Alcatel con Cisco se necesita del equipo Cisco MGX 8000 Series Media Gateways. Esta solución resulta costosa puesto que el gateway Cisco esta alrededor de 40000 dólares solo el equipo. Los teléfonos que se deben usar con esta solución son Alcatel.

Asterisk es una tecnología basada en software. Esta tecnología implementa una PBX diseñada en software que funciona en Linux. Las características que ofrece esta PBX son similares a las centrales IP que existen en el mercado. Es necesario tener un gateway Cisco para converger la red que trabaje con la central de Asterisk. Asterisk maneja varios protocolos como SIP, H.323 e inter opera con casi todo el equipo estándares basados en telefonía IP.

La solución Asterisk requiere de una red altamente segura y confiable. Esta solución la descartamos en el análisis de la solución de telefonía IP para la EPN. La POLIRED no es segura y confiable. Este proyecto propone una solución de telefonía IP en hardware y software específicos que brinden confiabilidad y seguridad en los equipos y a los usuarios para las comunicaciones dentro y fuera de la escuela.

⁴ The Tolly Group, realizó una serie de pruebas desarrolladas de forma independiente para validar la interoperabilidad de las familias 3Com Router 5000 y Router 3000 con el Cisco 1750 Router.
www.3com.com/en_US/jump_page/tolly_verified.html

⁵ www.alcatel-lucent.com

La tecnología de Cisco para telefonía IP tiene su propia infraestructura y gama de equipos para telefonía IP. Esta tecnología se basa enrutadores, conmutadores, teléfonos IP. Esta solución es compatible con la infraestructura actual de la POLIRED. Toda la infraestructura de la POLIRED es Cisco y fue concebida con la idea de una futura implementación de telefonía IP.

La solución Cisco se basa en la integración de voz, datos y video conocida como AVVID⁶. Esta integración propone el control y la administración de tres redes en una única infraestructura de red. La arquitectura AVVID permite analizar la red física de una institución y la posible integración a ésta de telefonía IP. Para la POLIRED utilizaremos la arquitectura de Cisco por compatibilidad y facilidad de la infraestructura.

Finalmente, la adopción de una tecnología de telefonía IP para la POLIRED, potencializa la red, además de darle uso a los equipos que fueron adquiridos con miras a esta tecnología.

⁶ Cisco Press - The Road to IP Telephony [2004].chm

CAPITULO 2.- ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

En éste capítulo realizamos el análisis de requerimientos para telefonía IP. Con éste análisis podemos proponer el diseño de la red de telefonía IP para la Escuela Politécnica Nacional. Para el análisis de requerimientos nos basamos en el modelo de referencia OSI. Con la perspectiva de tres macro capas del modelo OSI definimos los requerimientos de funcionalidad y seguridad para diseñar la red de telefonía IP. Para analizar la arquitectura física usamos la arquitectura de integración de voz, video y datos AVVID de Cisco. El análisis con AVVID se realiza mediante la ejecución de un cuestionario. Este cuestionario se encuentra el anexo 1 y verifica los parámetros de funcionalidad y seguridad de la red física de la POLIRED.

Hemos seleccionado AVVID porque propone lineamientos precisos de funcionalidad, seguridad y gestión para arquitecturas basadas en redes cisco. AVVID considera la integración del video. Para nuestro análisis no consideramos los parámetros para video. AVVID se encuentra disponible en el portal www.cisco.com

Para realizar el análisis en base al modelo OSI, hemos dividido a éste en tres macro capas, las mismas que se observan en la figura 2.1

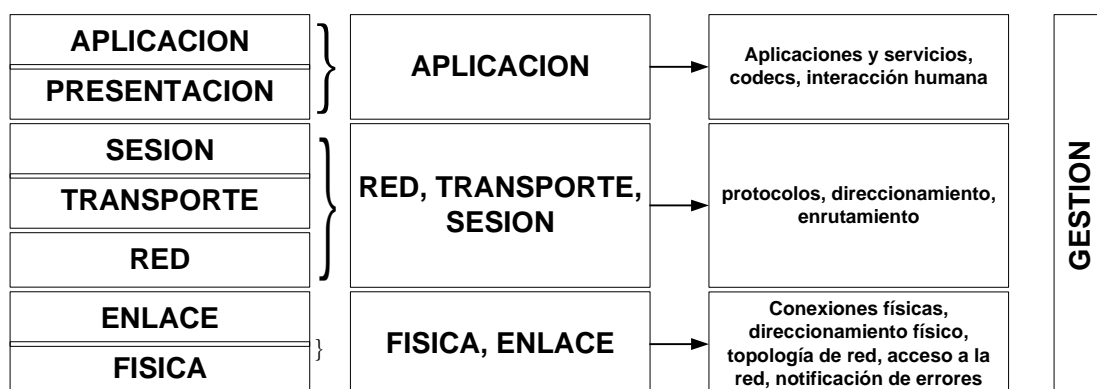


Figura 2.1: Modelo OSI, referenciado en macro capas para el análisis de la telefonía IP

En esta división del modelo OSI y con la ayuda de la arquitectura AVVID de Cisco analizamos a la POLIRED. Este análisis lo realizamos en forma descendente. Este análisis permite establecer los requerimientos de la red para el diseño de telefonía IP.

En primer lugar realizamos el análisis de la capa aplicación y de presentación del modelo OSI. En este análisis identificamos las aplicaciones de telefonía IP que los usuarios del servicio telefónico necesitan. Para identificar las aplicaciones utilizamos la ayuda de encuestas.

En segundo lugar analizamos los protocolos de conectividad para voz y datos, el direccionamiento y enrutamiento de la POLIRED para telefonía IP. Con el análisis de los protocolos podemos definir la infraestructura física que se necesita para telefonía IP. Adicionalmente definimos para telefonía IP la calidad de servicio que requieren los usuarios.

En tercer lugar realizamos el análisis de la capa física y de enlace. Este análisis es en base a la arquitectura AVVID de Cisco. Para éste análisis consideramos las conexiones físicas, direccionamiento físico, topología de red, acceso a la red y notificación de errores.

Finalmente la gestión no la tomamos en cuenta para éste análisis. No existen bases de gestión en la unidad encargada de la administración de la red, ni políticas para la misma

2.1 USUARIOS

En esta sección analizamos a los usuarios del servicio telefónico de la escuela. Con éste análisis conoceremos las necesidades de los usuarios y estableceremos si estas necesidades pueden ser resueltas con telefonía IP. Para realizar el análisis en esta sección hacemos uso de encuesta. Para facilitar el estudio con las encuestas hemos categorizado a los usuarios como

administrativos, profesores tiempo completo, estudiantes con convenios de becas y trabajadores.

El informe de la Dirección de Recursos Humanos con fecha del 4 de Octubre de 2006 adjunto en el anexo 2 certifica: que el personal que trabaja en la EPN asciende a 868 personas clasificados en: 245 administrativos, 384 profesores, 105 trabajadores y 134 estudiantes.

Para realizar la encuesta usamos un método de muestreo para poblaciones finitas, tamaño de la muestra y el margen de error. Dado que esta encuesta es realizada por una sola persona se consideró un margen de error del 10%. La fórmula que se aplica es $n = N/[e^2 (N - 1) + 1]$. Donde n = tamaño de la muestra, N = total de la población y e = margen de error.

Reemplazando los valores en la fórmula tenemos que para 384 docentes la muestra para encuestar es **77**, para 245 administrativos la muestra para encuestar es **71**, para 105 trabajadores la muestra para encuestar es **51** y para 134 estudiantes la muestra para encuestar es **57** y como se muestra en el gráfico 2.1, se ha encuestado a más del 20% de usuarios en cada caso, lo que significa que los resultados obtenidos son confiables.

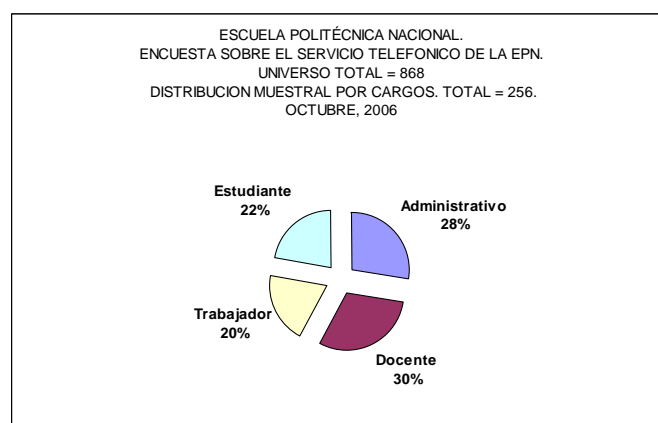


Gráfico 2.1: Porcentajes de la distribución por cargos en la EPN

Con los resultados de esta encuesta, podemos identificar las aplicaciones necesarias para el servicio de telefonía IP. Estos resultados se muestran conforme a las respuestas obtenidas de las encuestas adjuntas en el anexo 3 por cada usuario encuestado que pertenece al grupo anteriormente definido.

Para facilitar el análisis de las encuestas, hemos clasificado las líneas telefónicas en líneas telefónicas directas y extensiones telefónicas. Además hemos dividido a los servicios telefónicos en llamadas internas usando la extensión, llamadas locales (hacia Andinatel – Pichincha), llamadas provinciales (hacia provincial, fuera de Pichincha), llamadas a celular, llamadas internacionales (fuera de Ecuador), enviar un fax y recibir un fax. Dichos servicios han sido analizados por cada grupo de usuarios a continuación.

2.1.1 USUARIOS ADMINISTRATIVOS

De los usuarios administrativos, el 97% posee el servicio telefónico que provee la institución, el 3% restante carece del servicio, datos que se expresan en el gráfico 2.2

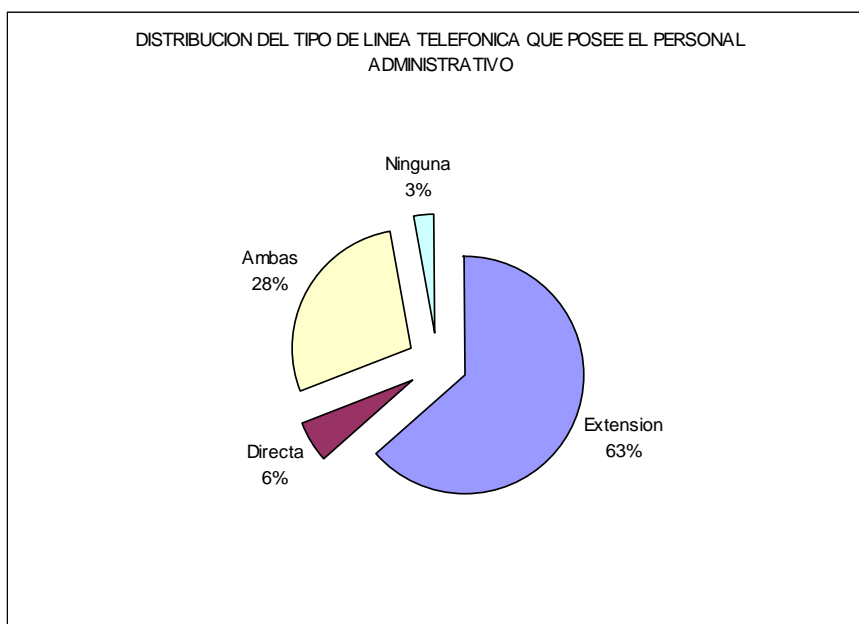


Gráfico 2.2: Porcentajes de la distribución de los usuarios administrativos que poseen servicio telefónico de acuerdo a las líneas telefónicas identificadas

Del los de usuarios administrativos que posee servicio telefónico, el 97,18% realiza llamadas internas utilizando la extensión, el 23,9% realiza llamadas locales, el 23,9% realiza llamadas a provincia, el 15,5% realiza llamadas a celular, el 2,8% realiza llamadas internacionales y el 22,5% envía y recibe faxes.

En el gráfico 2.3 se muestran los resultados obtenidos en forma gráfica, para mejor comprensión de los mismos.

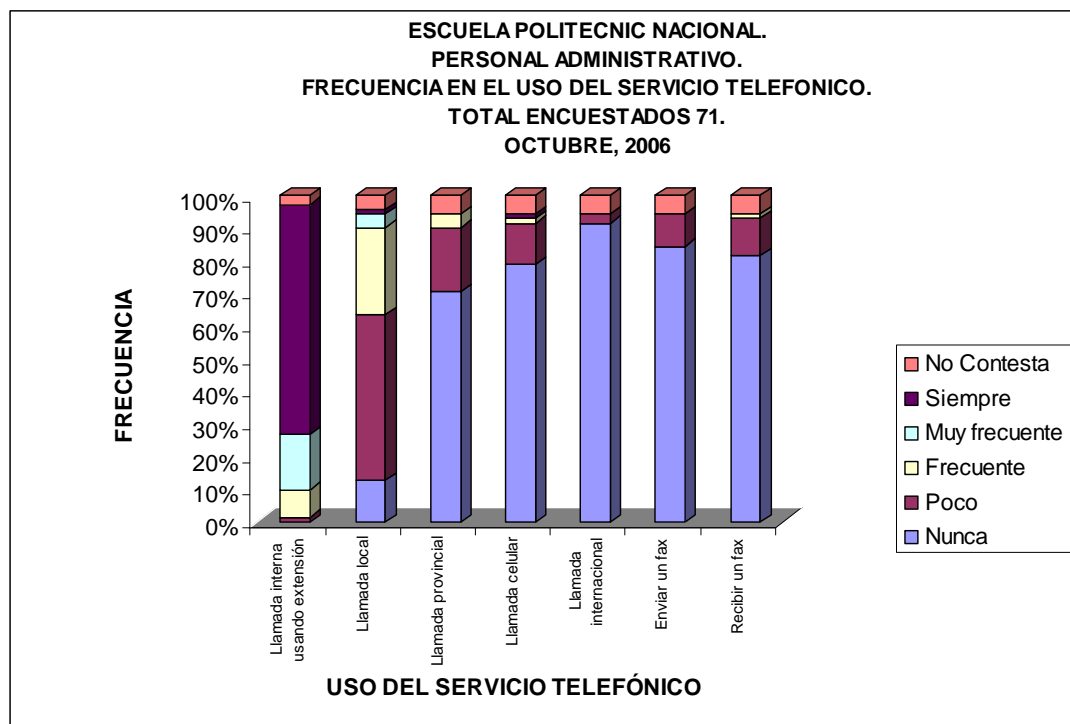


Gráfico 2.3. Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos de los usuarios administrativos que poseen el servicio

De éste primer análisis, concluimos que las llamadas dentro de la institución usando las extensiones telefónicas son la más usadas por los usuarios administrativos, porque representan el 97,18% del total en los servicios analizados.

En el gráfico 2.4, se muestra la necesidad que tienen los usuarios con respecto al servicio telefónico que ofrece la institución.

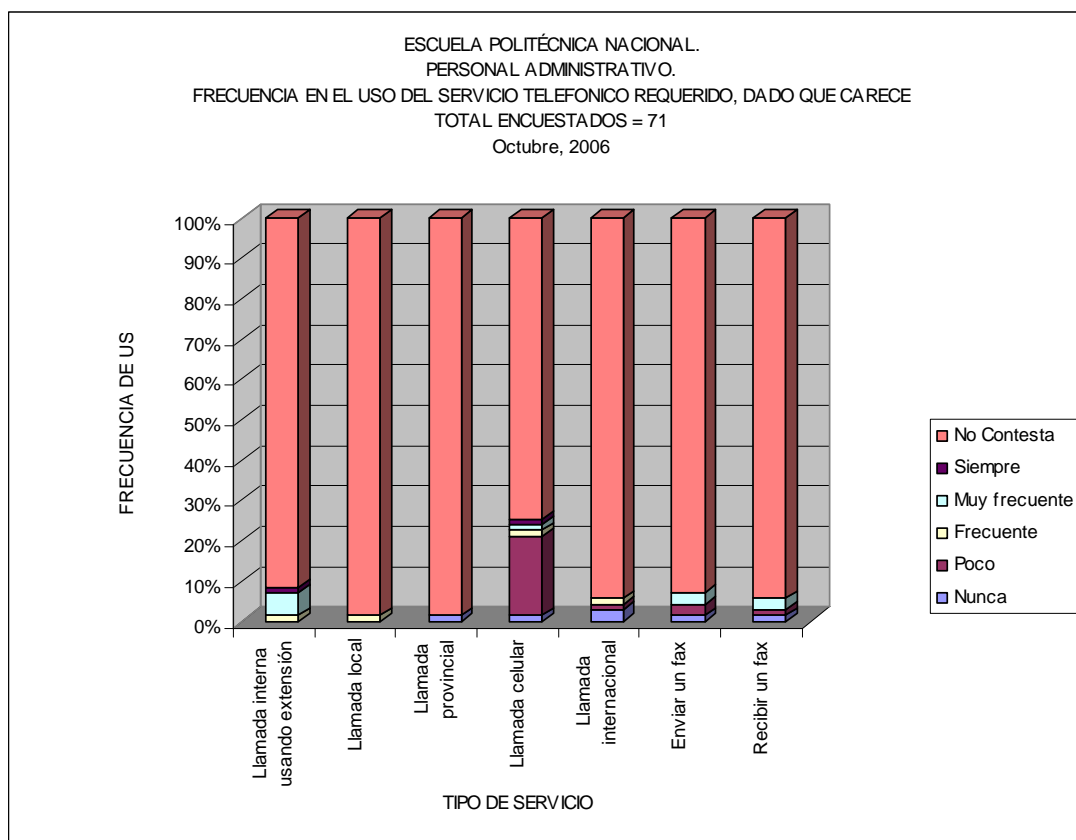


Gráfico 2.4: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos que los usuarios administrativos requieren

Del total de usuarios que posee el servicio telefónico, el 92% de estos no contestas, ya que posee alguno de los servicios a los que se hace mención, mientras que el 8,4% necesita de una extensión telefónica, pedido que justifica con fines de trabajo.

El 1,4% necesita realizar llamadas locales con fines de trabajo y personales, el 23,9% necesita realizar llamadas a celular por motivo de trabajo, para localizar a alguna persona de forma urgente y por motivos personales.

El 2,8% necesita realizar llamadas internacionales y el 9,8 % necesita enviar o recibir un fax por motivos de trabajo.

En conclusión, además del 3% que no posee servicio telefónico, existe un 5% de usuarios administrativos que necesita servicios telefónicos adicionales para

trabajar, por motivos personales o para localizar a alguna persona de forma urgente.

Con respecto a telefonía IP, se pregunto a los encuestados sobre servicios como: buzón de mensajes (que los mensajes de voz se guarden en un casillero de voz – igual al servicio que da Andinatel), mensajería unificada (gestionar mensaje de texto y voz y fax en una cuenta de correo), notificación de mensajes en la cuenta de correo en el celular, enviar y recibir fax usando la computadora y redireccionar una llamada hacia otro número telefónico, y los resultados obtenidos se muestran en el gráfico 2.5.

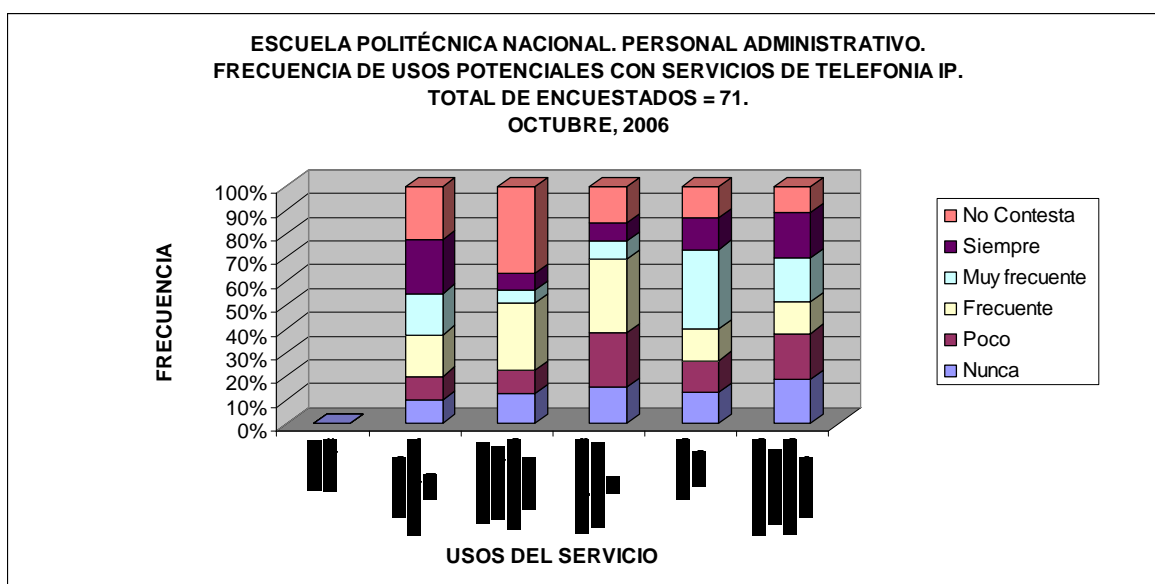


Gráfico 2.5: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios de telefonía IP por parte de los administrativos

Analizando los resultados con respecto a cada servicio de telefonía IP, los usuarios administrativos manifiestan:

El 24% de los usuarios quiere el servicio de buzón de mensajes, el mismo que usaría en forma frecuente.

El 23% quiere el servicio de mensajería unificada y lo usaría en forma frecuente.

El 46% quiere tener notificación de mensajes (fax, voz, mail) en el celular porque considera que es necesario para su trabajo diario y para localizar a alguna persona de forma urgente, ese servicio sería usado en forma frecuente.

El 24% quiere contar con el envío y recepción de fax por medio de la computadora aunque lo utilizaría con poca frecuencia.

El 24% manifestó que le interesa tener llamada en espera y le daría a éste servicio uso poco frecuente.

El 55% quiere servicio de redireccionamiento de una llamada a otro número porque consideran que es necesario en su trabajo diario y en casos personales y lo usarían de forma frecuente.

Con estos resultados podemos concluir que los usuarios están interesados en el servicio de redireccionamiento de llamadas (55%) para ser ubicados en cualquier sitio en donde se encuentren, además los usuarios están interesados en el servicio de mensajería unificada (que para la encuesta se divide en todos los servicios de notificación, fax, redireccionamiento (37%)) por las mismas razones anteriores.

Finalmente, en promedio el 68% de usuarios administrativos no contesta acerca de ningún servicio porque desconoce o no le interesa la telefonía IP.

En telefonía IP, es necesario que los usuarios de la EPN estén conectados a la POLIRED y con éste antecedente, como se muestra en el gráfico 2.6, el 28% de los usuarios administrativos no está conectado a la POLIRED.

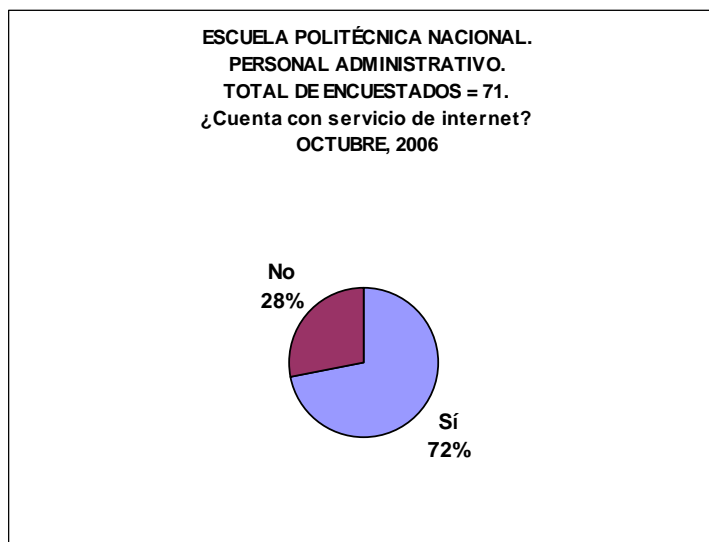


Gráfico 2.6: Porcentajes de usuarios administrativos conectados a la POLIRED

Conforme a éstos resultados podemos concluir que inicialmente podemos dar telefonía al 72% de los usuarios administrativos.

2.1.2 USUARIOS PROFESORES

Con respecto a los usuarios profesores, según el gráfico 2.7, el 91% posee extensiones telefónicas, mientras que el 9% restante no cuenta con el servicio telefónico.

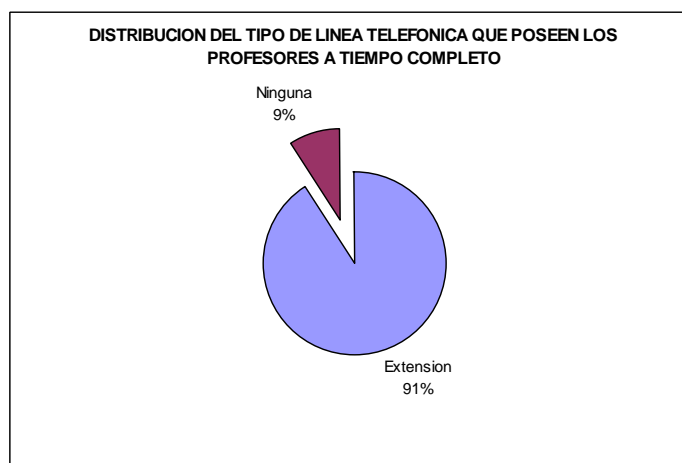


Gráfico 2.7: Porcentajes de la distribución de los profesores a tiempo completo que poseen servicio telefónico

Como se puede notar, la encuesta nos indica que los profesores poseen únicamente extensiones telefónicas, de los cuales:

El 98% realiza llamadas internas utilizando la extensión y llamadas locales utilizando la extensión, éste mismo porcentaje de usuarios (98%) nunca realiza llamadas a provincia, ni llamadas internacionales.

El 84% nunca realiza llamadas a celulares desde su extensión, mientras que el 14% restante si lo hace y finalmente el 88% de los profesores nunca recibe un fax.

Concluimos que las llamadas dentro de la institución usando las extensiones y las llamadas locales (Andinatel – Quito) son las más utilizadas por los profesores de la institución, puesto que representa el 90,9% de los usuarios, cabe indicar que estos servicios son usados con poca frecuencia.

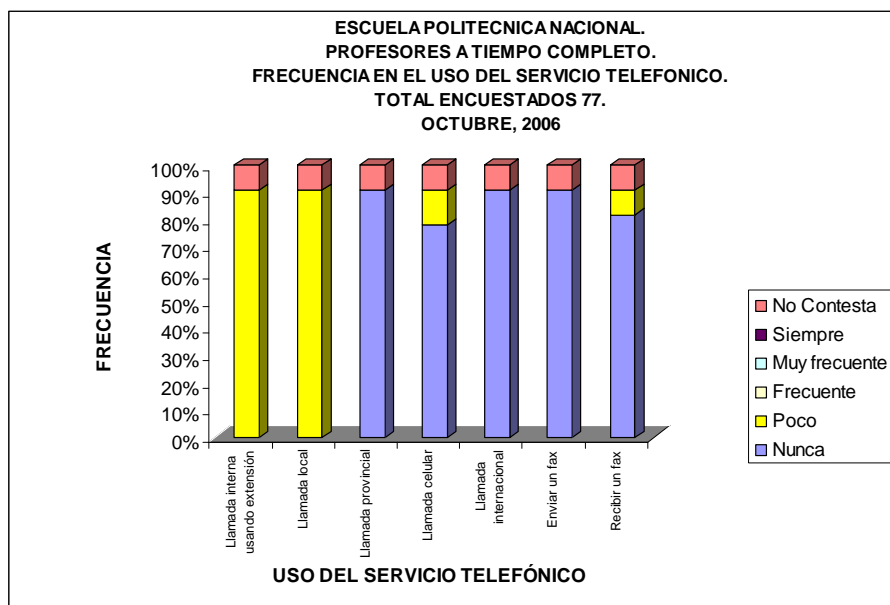


Gráfico 2.8: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos de los profesores a tiempo completo que poseen el servicio

En el gráfico 2.9, se muestra la necesidad que tienen los usuarios del servicio telefónico que ofrece la institución.

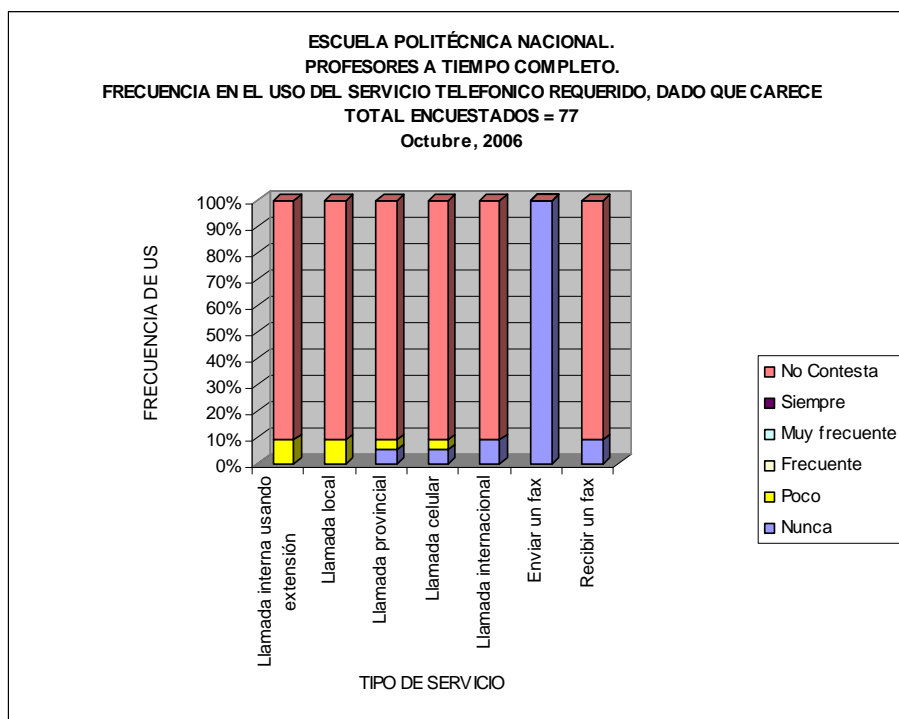


Gráfico 2.9: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos que los profesores requieren

El 9% de los profesores que carecen del servicio telefónico contestan en su totalidad que todos quieren el servicio telefónico que ofrece la institución y que lo ocuparía de manera poco frecuente en hacer llamadas internas y locales utilizando la extensión. El resto de profesores no contesta, dado que ya cuenta con el servicio.

Con respecto al uso de telefonía IP en la institución, los resultados obtenidos en relación a esta necesidad por parte de los profesores se muestran en el gráfico 2.10.

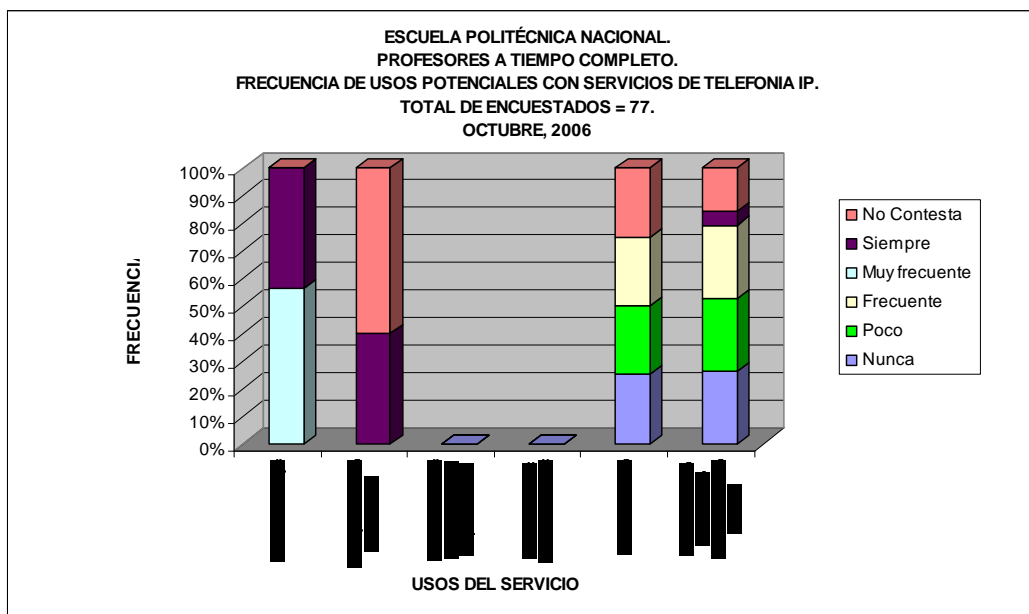


Gráfico 2.10: Porcentajes de la frecuencia de uso de los posibles servicios de telefonía IP que los profesores utilizarían

Analizando cada servicio que se puede ofrecer con los resultados obtenidos tenemos que:

El 52% manifestó que si usaría estos servicios siempre, mientras que el 48% no contesta al uso de buzón de mensajes, mensajería unificada y notificación de mensajes (fax, voz, mail) en el celular.

El 100% contestaron que no les interesa el servicio de enviar o recibir faxes en sus respectivas PC.

El 78% manifiesta nunca usaría la llamada en espera, el 13% que la usaría en forma poco frecuente y el 9.1% no contesta.

El 52% usaría el redireccionar llamadas a otro número o al correo siempre, 19% lo usaría de forma poco frecuente y 29% no contesta

Con estos resultados podemos concluir que los profesores necesitan del servicio de redireccionamiento de llamadas (52%) para ser ubicados en cualquier sitio en donde se encuentren, además los usuarios están interesados

en el servicio de mensajería unificada (52%) por las mismas razones anteriores y finalmente existe un porcentaje (23%) de profesores que desconocen de estos servicio de telefonía IP.

Finalmente, se les consultó a los usuarios profesores sobre el servicio de internet, con el objetivo de conocer si están conectados a la POLIRED y el 26% no está conectado a la POLIRED, los resultados se muestran en el gráfico 2.11.

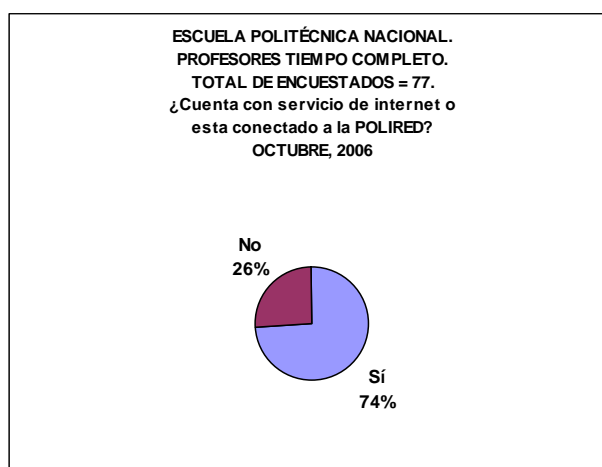


Gráfico 2.11: Porcentajes de profesores conectados a la POLIRED

2.1.3 USUARIOS ESTUDIANTES

Para los usuarios estudiantes, se ha tomado en cuenta a los que mantienen algún convenio de beca como ayudantes o auxiliares de laboratorio en varias de las dependencias de la institución y están matriculados en alguna de las carreras de la escuela. En el gráfico 2.12, se muestra que el 2% no cuenta con ningún tipo de línea telefónica, y el restante 98 % hace uso del servicio telefónico ubicado en cada una de las dependencias a la que pertenecen.

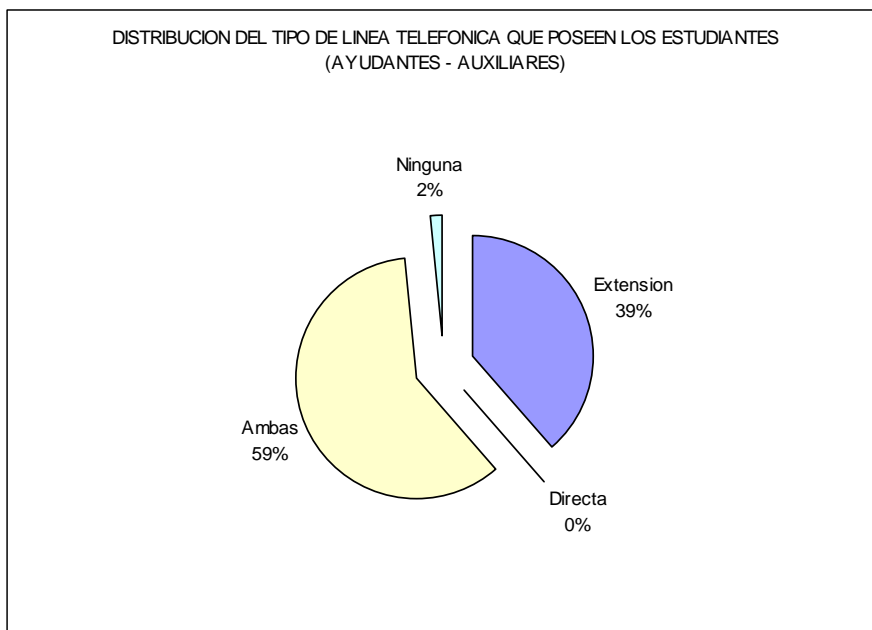


Gráfico 2.12. Porcentajes de la distribución de los usuarios estudiantes que utilizan el servicio telefónico

Cuando se consulta a estos estudiantes sobre el uso que le dan al servicio telefónico que posee, los resultados son los siguientes:

El 96,5% utiliza realiza llamadas utilizando las extensiones telefónicas, el 85,9% realiza llamadas locales, el 10,5% realiza llamadas a provincia, el 50,8% realiza llamadas a celular, el 1,7% realiza llamadas internacionales con poca frecuencia.

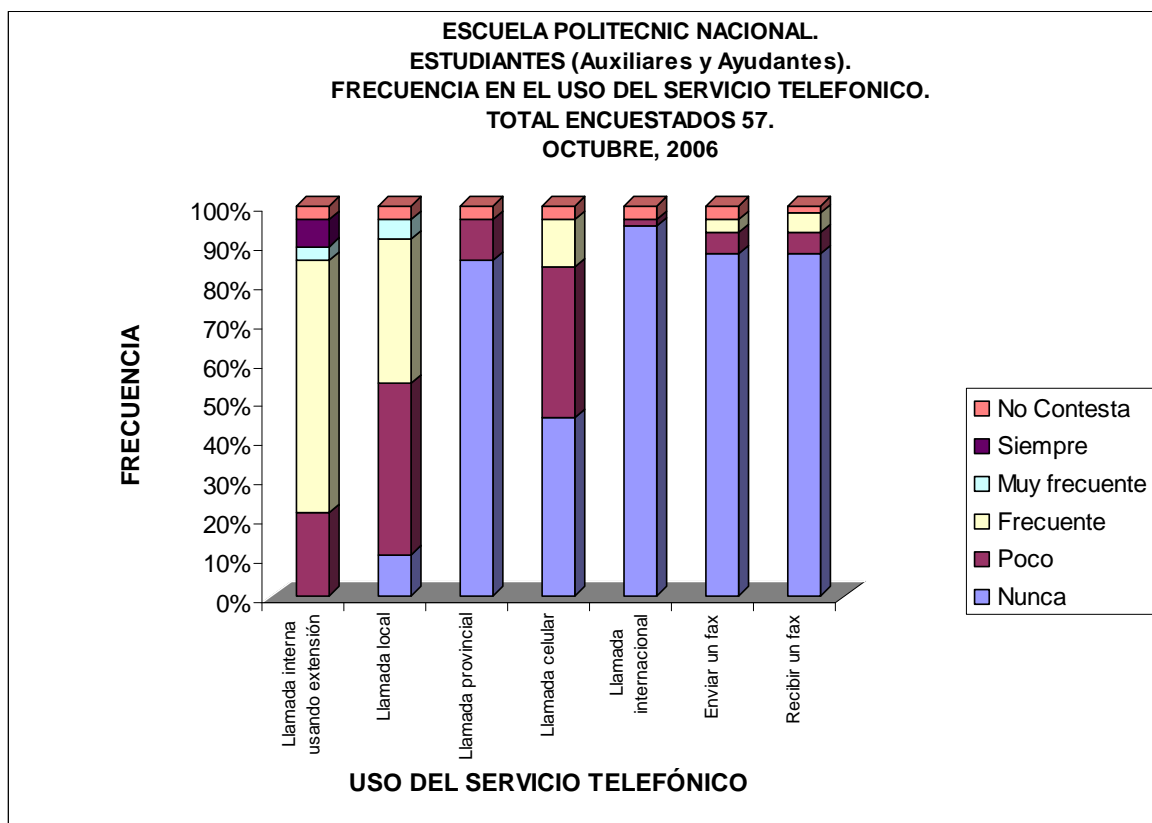


Gráfico 2.13: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos de los estudiantes que poseen el servicio

Como puede notarse, los estudiantes dan prioridad al uso de extensiones internamente, llamadas locales y llamadas a celular (96,5%, 85,9% y 50,8% respectivamente).

En el gráfico 2.14, se muestra la necesidad de los estudiantes sobre un determinado servicio telefónico.

El 100% de los estudiantes no contesta con respecto a llamadas a extensiones y locales, dado que cuentan con este servicio. El 10,5% desearía realizar llamadas a provincia por motivos personales. El 43,8% desea poder realizar llamadas a celular. El 71,93% requiere del envío y recepción de fax.

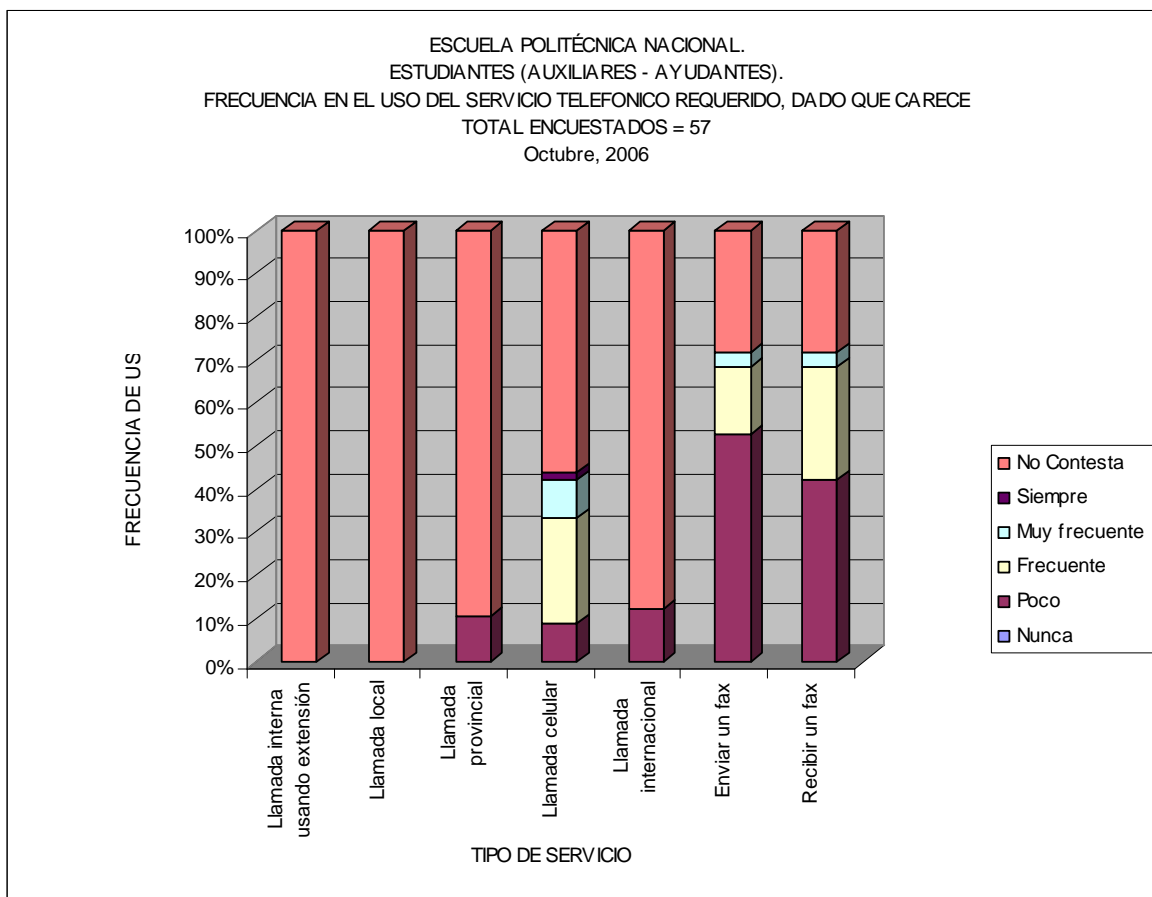


Gráfico 2.14: Porcentajes de la frecuencia de uso de los servicios telefónicos que los usuarios estudiantes requieren

Con respecto a los servicio de telefonía IP, en el gráfico 2.15 se puede notar que los estudiante responden en forma variada, dado que conocen el servicio.

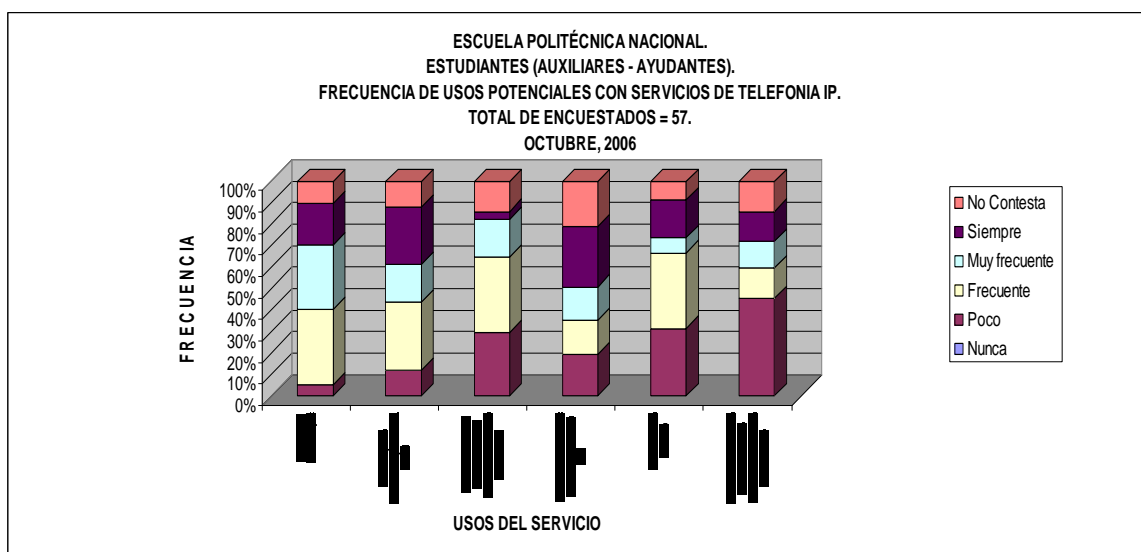


Gráfico 2.15: Porcentajes de la frecuencia de uso de los posibles servicios de telefonía IP que los usuarios estudiantes utilizarían

El 89% desearía contar con un buzón de mensajes, el 88% desearía mensajería unificada, el 86% quisiera notificación de mensajes en el celular, el 79% quiere enviar y recibir fax por medio de la computadora, el 91% quiere llamada en espera y el 86% quiere redireccionar una llamada a otro número o celular.

En el gráfico 2.16, se muestra que los estudiantes encuestados, el 12% no cuenta en el lugar en el que trabaja con conexión a la POLIRED.

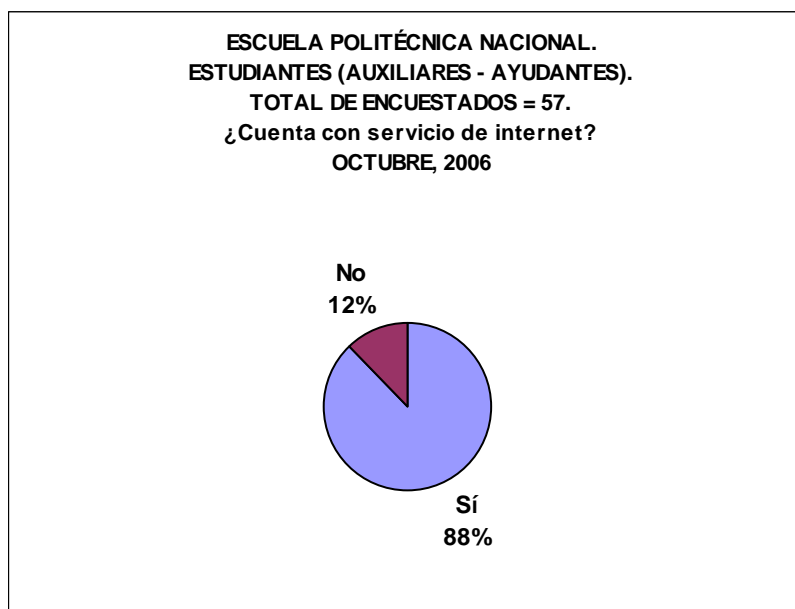


Gráfico 2.16: Porcentajes de usuarios estudiantes conectados a la POLIRED

2.1.4 USUARIOS TRABAJADORES

En la encuesta se puede notar que no existe la presencia de trabajadores para este servicio, ya que los mismos trabajan dentro del campus en labores como jardinería, guardianía, carpintería y limpieza de exteriores e interiores en la institución.

2.1.5 RESUMEN DE LA ENCUESTA

Haciendo un resumen sobre las diferentes encuestas, los datos obtenidos nos sirven en la sección de aplicaciones para telefonía IP en EPN.

En general, podemos dar un esquema del tipo de usuarios con los que trabajamos, en caso de que el servicio de telefonía IP sea implementado en la POLIRED, este resumen de usuarios se muestra en la tabla 2.1:

	Total real de usuarios	No tienen servicio telefónico	No tienen conexión a la POLIRED	Necesitan llamar a celular	Telefonía IP mensajería unificada y buzón de mensajes y redireccionamiento de llamadas
Usuarios administrativos	245	8	69		
Profesores a tiempo completo	384	35	108	21	200

Tabla 2.1: Resumen de usuarios que necesitan telefonía IP

De los 245 usuarios administrativos, existen 8 que no cuentan con servicio telefónico, además de 69 usuarios que no tienen conexión a la POLIRED, estos usuarios no necesitan de telefonía IP, dado que al momento de ser consultados sobre el servicio, todos desconocen del mismo y contestan guiados por temor que si necesitan todos los servicios, a pesar de que manifiestan que solo necesitan hacer y recibir llamadas.

De los 384 profesores a tiempo completos que trabajan en la institución, existen 35 profesores que no cuentan con servicio telefónico, los mismos que pertenecen al grupo de los 108 profesores que no cuentan con conexión a la POLIRED y de los 349 que poseen servicio telefónico únicamente extensiones, 21 de éstos necesita realizar llamadas a celular y 200 de estos manifestaron que les gustaría contar con los servicios de buzón de mensajes, mensajería unificada, redireccionamiento de llamadas y otros servicios que la telefonía IP pudiera ofrecerles. Se debe resaltar que la mayoría de estos profesores

pertenece a los departamentos de sistemas, electrónica y telecomunicaciones y redes, unos pocos de civil que han escuchado del servicio, otro poco de ingeniería química. Lo que nos sugiere inicialmente que el servicio podría estar orientado para unos pocos profesores.

2.2 APLICACIONES

El objetivo de ésta sección es analizar las aplicaciones que puede ofrecer la red de telefonía IP identificadas por los usuarios. Según los resultados de las encuestas realizadas a los usuarios en la sección anterior son: telefonía IP (servicios que ofrece la central PBX de la EPN) y mensajería unificada (buzón de mensajes, redireccionamiento de llamadas).

Para el análisis en ésta sección usamos la primera macro capa del modelo OSI, capa 6 y 7 (presentación y aplicación). Conforme al análisis realizado en la sección 1.2 la POLIRED ofrece varios servicios, los mismos que se identifican en un módulo de servidores al que queremos añadir el servidor de mensajería unificada para éste servicio. Las aplicaciones de telefonía IP trabajan en base a protocolos. Estos protocolos serán analizados en la siguiente sección con el fin de conseguir que las aplicaciones identificadas para telefonía IP funcionen en la POLIRED.

2.2.1 PROTOCOLOS DE LA PRIMERA MACRO CAPA PARA LOS SERVICIOS DE TELEFONÍA IP

En la tabla 2.3 los protocolos que se necesitan para los servicios de telefonía IP son RTP, SIP, H.323 (mensajería (SIP, RTP), softphone (SIP, H.323, RTP), llamadas telefónicas (SIP ó H.323)). Estos protocolos serán analizados en la sección 2.3 del presente capítulo. Adicionalmente el manejo de los códecs necesarios para la compresión y transmisión de voz en los paquetes IP serán analizados en esta sección.

2.2.2 CODECS DE COMPRESION DE VOZ

Los códecs son usados para codificar y decodificar una conversación de voz sobre IP. Estos codecs se utilizan sobre los diferentes protocolos mencionados anteriormente para reducir el ancho de banda en las comunicaciones. Los códecs deben ser soportados por cada dispositivo de telefonía IP (un teléfono IP). Los codecs se encargan de negociar y acordar que codec utilizar entre los dispositivos en una conversación.

En la tabla 2.2 se muestran los codecs de compresión conocidos para la voz. Es esta tabla se realiza la comparación entre cada uno de ellos.

CODEC	Ancho de banda requerido (kbps)	MOS (Mean Opinion Score)	Retardo de compresión (ms)	Ventajas	Desventajas
G.729	8	3.92	10	Excelente relación entre ancho de banda requerido y calidad de sonido	No es gratuito. Se requiere una licencia.
G.711	64	4.1	0.75	Mejor calidad de sonido. Bajo retardo de procesamiento.	64 kbps en cada dirección. Muy costoso es términos de ancho de banda.
G.723	6.3	3.6	30	Muy alta compresión y buena calidad.	Requiere mucho poder de procesamiento. Se requiere una licencia.
G.728	16	3.61	3/5	Optimizado para tele conferencias	-

				o cuando hay ruido de fondos.	
--	--	--	--	----------------------------------	--

Tabla 2.2: Codecs de compresión de voz

El codec que tiene mayor aceptación por los usuarios es el G.711 (MOS = 4.1). Dicho codec es utilizado por SIP de forma automática para negociar entre terminales.

En términos de ancho de banda necesario para cada codec, debemos hacer el análisis de tráfico de la POLIRED para definir cual es el codec adecuado que debemos utilizar. Dicho análisis lo realizamos en la sección 2.4

A continuación presentamos el análisis de las aplicaciones identificadas de los usuarios para telefonía IP.

2.2.3 TELEFONÍA IP (REALIZAR Y RECIBIR LLAMADAS)

Esta aplicación permite usar la infraestructura de red de datos para realizar llamadas telefónicas internas (dentro de la EPN), locales (Quito), nacionales (Ecuador), internacionales (fuera de Ecuador) a celular.

Para tener éste servicio, es necesario una el uso de centrales IP, las mismas que se encargan de levantar las llamadas dentro de la organización, gateway de voz que se encarga de conectar las redes IP y PBX.

En esta aplicación a cada usuario se le asigna un número telefónico, el mismo que es usado dentro de la institución y fuera de ella; éste número telefónico identifica a un único usuario.

Con ésta aplicación las llamadas dentro de la EPN no necesariamente pueden ser de teléfono a teléfono sino también pueden ser de teléfono a PC o PC a teléfono, esto va a depender de la solución que se implemente.

Finalmente, con ésta aplicación podemos comunicarnos entre enlace dedicados a sucursales, además podemos usar internet como bypass, para acceder a teléfonos fuera del país (proveedor de VoIP).

2.2.4 MENSAJERÍA UNIFICADA

La mensajería unificada es la forma de manejar mensajes de voz, fax y mensajes de textos como objetos en una sola casilla de correo (inbox), a la cual el usuario puede acceder como un cliente regular de e-mail o mediante teléfono. Con esta aplicación, los usuarios de la EPN puede reproducir sus mensajes a través de la PC, en caso de implementar fax, las imágenes de los mismos pueden ser guardadas o se pueden imprimir.

Los usuarios pueden acceder a la casilla de correo por medio del teléfono, en éste caso, los mensajes de texto pueden ser convertidos en archivos de audio y pueden ser reproducidos. Si los usuarios no se encuentran en su oficina, éste sabe si tiene un mensaje nuevo, de voz, fax, o e-mail, porque en ésta esquema de integración también se considera un servicio para notificar, lo que permite la llegada de un mensaje mediante el sistema de paging, en otras palabras en el beeper o celular del usuario va a aparecer un mensaje de correo nuevo.

La mensajería unificada es conveniente para usuarios que casi nunca están en su oficina y de esta manera ellos pueden consultar sus mensajes. En la EPN, el único esquema de mensajería que se maneja es el correo electrónico mediante un servidor principal en la UGI y varios servidores distribuidos en el cámpus politécnico, y con la mensajería unificada, se puede integrar el correo de voz en un solo buzón.

Para integrar el correo de voz de la solución de telefonía IP a la EPN, se debe configurar en la central telefónica Definity AT&T de la escuela y la central IP, que después de timbrar por lo menos 8 veces y no se conteste, enrutar la llamada hacia el gateway IP, el cual debe registrar la llamada, digitalizarla y enrutarla hacia una contestadora automática. Una vez que se ha grabado el mensaje, este es enviado al servidor de correo, el cual recibe el mensaje

nuevo, envía una notificación por medio de un sistema de paging al usuario de la cuenta advirtiéndole que tiene un mensaje nuevo. (Esta llamada la va hacer el servidor de correo y la llamada va a pasar a través del gateway IP).

El usuario va a recibir el mensaje y va a saber que información le lleo y quien se la envió, y si quisiera mas detalle el puede, desde el lugar que se encuentre, hacer una llamada a un numero especifico en la EPN (le va a contestar el gateway IP, debido a que este hace la conversión de voz a datos) y al contestar la llamada, el servidor va a pedir que se ingrese la clave de usuario, una vez que se ha ingresado el numero correspondiente, el servidor verifica y cuando lo valida, le permite escuchar tanto sus correo de voz como sus e-mail (los mensajes de texto son convertidos en audio).

2.3 PROTOCOLOS

En ésta sección analizamos los protocolos, direccionamiento y enrutamiento necesarios para las aplicaciones requeridas de telefonía IP. Para éste análisis hacemos uso de la segunda macro capa del modelo OSI identificada.

2.3.1 PROTOCOLOS DE CONECTIVIDAD

En la tabla 2.3 presentamos los protocolos de conectividad de telefonía IP. Estos protocolos de telefonía IP para la POLIRED son con base a las aplicaciones requeridas por los usuarios. El uso de estos protocolos permite que podamos diseñar en la POLIRED la red de telefonía IP.

PROTOCOLOS PRINCIPALES PARA TELEFONÍA IP	
PROTOCOLOS	DESCRIPCION
H.323	Protocolo estándar ITU para conferencias interactivas
MGCP	Estándar de IETF (Internet Engineering Task Force) para control de gateway

	PSTN
SIP	Protocolo de IETF para conferencias interactivas y no interactivas, mas simple, pero menos maduro que H.323
RTP	Estándar IETF, protocolo de tiempo real
SRTP	Estándar IETF que implementa seguridad para RTP que implementa confidencialidad.
RTCP	Protocolo IETF que provee información de control out-of-band para flujo RTP

Tabla 2.3: Protocolo para telefonía IP

A continuación, presentamos una tabla en la que se referencia a cada protocolo con el modelo OSI en sus 7 capas. Estos protocolos los analizaremos en ésta sección para el diseño de la red de telefonía IP. Los protocolos resaltados con amarillo son los que necesitamos para nuestro trabajo.

PROTOCOLOS PRINCIPALES DE TELEFONÍA IP Vs MODELO OSI	
CAPAS	PROTOCOLOS
APLICACIÓN	RTP, SIP, H.323, aplicaciones de telefonía IP softphone, CM
PRESENTACIÓN	codecs - G.723, G.711
SESIÓN	H.323, SIP, MGCP
TRANSPORTE	RTP/UDP (media); TCP/UDP (señal)
RED	IP
ENLACE	Ethernet, Frame Relay, ATM, Point to Point Protocol (MLPPP), PPP, High-level Data Link Control

	(HDLC)
FISICA

Tabla 2.4: Protocolo para telefonía IP Vs Modelo OSI

En telefonía IP usamos el protocolo IP para transportar por la red los paquetes que llevan la información de voz y es por esta razón que empezamos el análisis en base a éste protocolo en la POLIRED.

2.3.1.1 Protocolo IP (Internet Protocol)

La POLIRED es una red IP de conmutación de paquetes. Dentro de la POLIRED se utiliza el protocolo IP para la comunicación de datos a través de la red. Éste protocolo es un protocolo NO orientado a conexión. En la POLIRED los datos se envían en bloques de paquetes o datagramas que no se necesitan ninguna configuración previa en los equipos.

El protocolo IP provee servicio no fiable. Este protocolo no posee ningún mecanismo para determinar si un paquete alcanza o no su destino. IP usa un mecanismo de sumas de comprobación de sus cabeceras y no de los datos transmitidos. Con el uso del protocolo IP es necesario el uso de calidad de servicio en la POLIRED para servicios como telefonía IP.

Los datagramas IP se conforman de la cabecera IP y datos. En las cabeceras IP se encuentran las direcciones de las máquinas (direcciones IP). Estas direcciones las usan los enrutadores para decidir el tramo de red por el que reenviará los datagramas. Los datagramas IP están formados por palabras de 32 bits y cada datagrama tiene un mínimo de cinco palabras y un máximo de quince.

2.3.1.2 Real Time Protocol (RTP)

En ésta sección analizamos el protocolo RTP definido en RFC3550. Este protocolo sirve para la transmisión de paquetes en tiempo real.

RTP se es un protocolo de la capa 4 (transporte) del modelo OSI. En este protocolo se encuentra a nivel de capa 4 porque la señal vocal se transmite sobre RTP (con el control RTCP) y con transporte sobre UDP. Adicionalmente RTP es un protocolo de capa 7 (aplicación).

Existe el protocolo RTCP que se encarga de intercambiar mensajes entre los extremos de la sesión para asegurar la calidad del servicio. Este protocolo se encuentra sobre de RTP. RTP transporta la voz y RTCP intercambia información de estado.

Los conmutadores de la POLIRED soportan RTP para poder realizar la transmisión de voz en la red de telefonía IP. La POLIRED no tiene configurado éste protocolo en ninguno de los niveles. No se ha configura el protocolo RTP porque aun no es necesario el uso del mismo.

2.3.1.3 Protocolo H.323

En ésta sección analizamos el protocolo H.323. Este protocolo define los protocolos para proveer sesiones de comunicación sobre los paquetes de red para telefonía IP.

El tráfico con H.323 se maneja sobre UDP/IP. Este protocolo intenta minimizar el uso del ancho de banda mediante codecs de compresión de audio. Estos codecs de compresión son soportados por RTP.

La señalización H.323 se realiza sobre TCP/UDP/IP. Para la señalización utiliza el protocolo H.225. Este protocolo H.225 permite establecer las conexiones y desconexiones en una llamada sobre la red.

La calidad de servicio con H.323 se resuelve sobre UDP/IP. Para calidad de servicio H.323 hace uso del protocolo RTP con UDP/IP y del protocolo RSVP el mismo que analizamos en la sección de calidad de servicio.

Finalmente, los enrutadores de voz H.323 no soportan calidad de servicio. Para manejar calidad de servicio con H.323 es necesario que los conmutadores principales soporten calidad de servicio. En el caso de la POLIRED los dos conmutadores de core soportan calidad de servicio para telefonía IP.

2.3.1.3.1 Pila de Protocolos H.323

El protocolo H.323 esta conformado de varios estándares. Estos estándares se muestran en la figura 2.3, los mismos que son necesarios para voz video y datos:

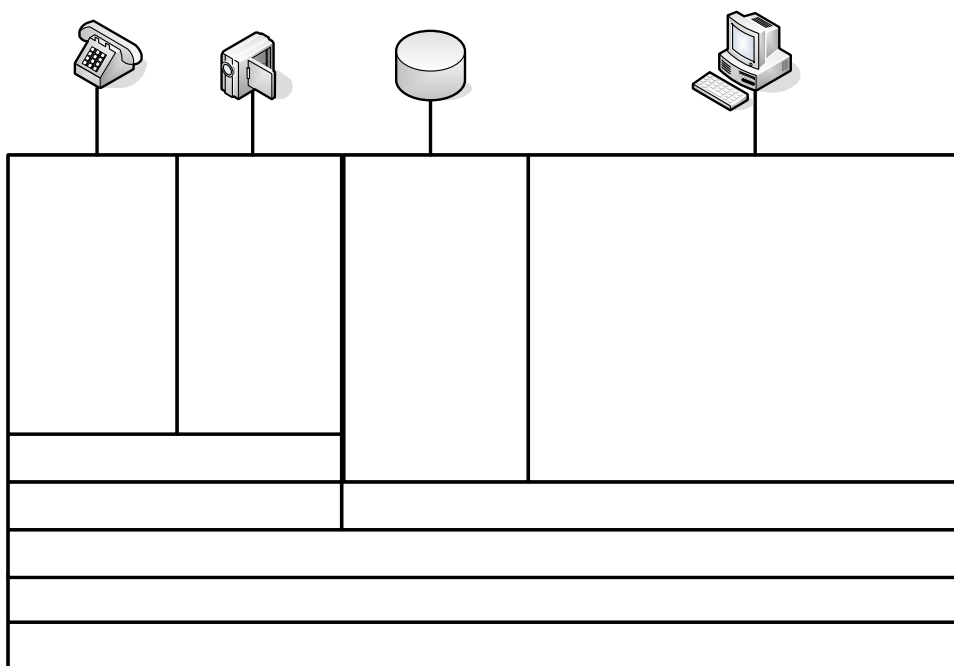


Figura 2.3: Pila de protocolos de H.323

Para realizar llamadas con H.323 es necesario el uso del protocolo de control de llamadas H.245. Este protocolo es el responsable de la sintaxis, la semántica del mensaje y principalmente del intercambio de información audiovisual.

2.3.1.4 SIP (Session Initiation Protocol)

En ésta sección analizamos el protocolo de inicio de sesión SIP de capa 5. Este protocolo permite levantar, modificar y finalizar las sesiones los usuarios, con el fin de establecer la comunicación entre dos puntos finales.

La señalización con SIP se resuelve mediante SDP⁷. SDP describe el contenido multimedia de la sesión, por ejemplo qué puerto IP y codec se usan durante la comunicación. Las sesiones SIP son flujos de paquetes de RTP (Real-time Transport Protocol) y RTP es el portador para el contenido de voz.

La calidad de servicio con SIP se resuelve con la reservación de recursos usando el protocolo RSVP. Este protocolo permite reservar los canales o rutas en redes para la transmisión por unidifusión y multidifusión.

El protocolo SIP soporta usuarios móviles. Los usuarios deben registrarse en el servidor SIP y el sistema direccionará un mensaje SIP al usuario o invocará una operación de proxificación a otro servidor para la determinación de la ubicación de un usuario. La movilidad en este caso es dada por el usuario y no por los terminales (teléfono, computadoras).

En el caso de la POLIRED, SIP debe ser soportado por la central IP. Dicha central permite tener cualquier dispositivo de cualquier fabricante que entiende SIP conectado a red.

2.3.1.5 MGCP (Media Gateway Control Protocol)

En esta sección analizamos el protocolo MGCP o también conocido como Megaco o H.248. Este protocolo es de capa 5 y permite definir los mecanismos de llamadas para que el enrutador de voz (gateway) de la POLIRED pueda controlar las llamadas.

⁷ Session Description Protocol (SDP), es un protocolo para describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia

El protocolo MGCP es un complemento de H.323 y SIP. Este protocolo permite que H.323 o SIP se comuniquen con otros controladores Media Gateways (MG) para las conversaciones de voz.

El protocolo MGCP está compuesto por un MGC (Media Gateway Controller) uno o más MG (Media Gateway) y uno o más SG (Signaling Gateway). Cada uno de estos elementos dividen las funciones de los gateways (conectarse con IP y PBX). Por tanto, las conversaciones de contenido multimedia se realizan por el MG, el control de la señalización del lado IP es realizada por el MGC, y el control de la señalización del lado de la red de Conmutación de Circuitos es realizada por el SG.

Con el protocolo MGCP el control de calidad de servicio se integra en el gateway o en el controlador de llamadas MGC, con el fin de proporcionar a la red prioridad a los paquetes que llevan la voz. MGCP es utilizado por varios tipos de gateway, los mismos que operan entre redes PBX y de telefonía IP y pueden ser SIP o H.323.

2.3.1.5.1 Pila de protocolos MGCP

MGCP está compuesto de varios protocolos, los mismos que se muestran en la tabla 2.5 de acuerdo con la ubicación en el modelo OSI.

MGCP
UDP
IP
Capa 2
Capa 1

Tabla 2.5 Pila de protocolos de MGCP

Finalmente, MGCP es un protocolo de procesamiento de llamadas que trabaja junto con SIP y H.323, por tanto debe estar presente en el gateway de voz que se decida para la red de telefonía IP de la EPN.

2.3.2 ANALISIS ENTRE SIP, H.323 y MGCP

Este análisis entre cada uno de los protocolos que se muestra en la tabla 2.6. Dicho análisis permite visualizar que el uso SIP para la telefonía IP en la POLIRED es el más apropiado. Con SIP en la POLIRED podemos trabajar sobre TCP y UDP en la parte de señalización, además manejar mensajes de texto y no binarios, manejar mensajes instantáneos. La tecnología del protocolo SIP es creciente en comparación con H.323 y MGCP.

ELEMENTO	H.323	SIP	MGCP
Diseñado por	Estándar ITU	IETF (RFC 3261)	IETF (RFC 2705)
Arquitectura	Distribuida	Distribuida	Centralizada
Control de llamadas	Gatekeeper	Servidor Proxy , redirección	gateway MG, Media Gateway y gateway MGC, Media Gateway Controller
Endpoints	Gateway, terminal	User Agent	Terminal
Compatibilidad con PSTN	Si	Ampliamente	Si
Compatibilidad con Internet	No	Si	Si
Integridad	Pila de protocolos completa	Maneja solo el establecimiento y terminación de llamada.	Control de llamadas
Negociación de parámetros	Si	Si	Si
Señalización de llamadas	Q.931 sobre TCP	SIP sobre TCP o UDP	MGCP sobre UDP/IP
Formato de mensajes	mensajes con representación	mensajes con representación	mensajes con representación

	binaria (ASN.1)	textual	textual
Transporte de medios	RTP/RTCP	RTP/RTCP	RTP/RTCP
Llamadas de multiples partes	Si	Si	Si
Conferencias multimedia	Si	No	Si
Mensajes instantaneos	No	Si	Si
Encriptacion	Si	Si	Si
Estado	Distribuido ampliamente	Prometedor	Distribuido ampliamente

Tabla 2.6 Comparación de protocolos para telefonía IP

Con el uso del protocolo SIP que podemos tener terminales de cualquier marca sin limitarnos a terminales que solo hablen MGCP o H.323. SIP permite realizar llamadas sin influir en el rendimiento de la red de la EPN debido a los codecs que utiliza. SIP tiene mayor rendimiento con el codec G.711 analizado anteriormente.

Finalmente, los protocolos de procesamiento de llamadas analizados deben ser manipulados por el enrutador de voz. Este enrutador se conecta a la PSTN⁸, permitiendo de esta forma que cada equipo involucrado en el diseño cumpla específicamente su función.

2.3.3 DIRECCIONAMIENTO

El direccionamiento se refiere a la forma como se asigna una dirección IP y como se dividen y agrupan subredes de equipos en la POLIRED. En la POLIRED se maneja dos esquemas de direccionamiento. El primer esquema es dinámico y el segundo es estático.

⁸ Public Switched Telephone Network (red telefónica pública conmutada)

El direccionamiento dinámico en las direcciones IP en la POLIRED se asigna mediante el protocolo de asignación de direcciones IP dinámicas. La dirección IP es el número que identifica lógicamente y jerárquicamente a una interfaz de un dispositivo dentro de una red. La asignación mediante DHCP facilita la configuración de los parámetros principales en las computadoras conectadas a la POLIRED y les permite acceder a servicios como correo electrónico e internet.

El servidor DHCP asigna direcciones privadas. Estas direcciones se renuevan cada 90 días. Este servidor permite tener información sobre que usuario está conectado, donde pertenece, la dirección MAC. Por seguridad se puede bloquear o llamar al usuario que esté realizando una operación no permitida en la POLIRED según el criterio del administrador de la red.

La telefonía IP necesita un esquema de direccionamiento dinámico. Para la POLIRED podemos mantener el esquema de direccionamiento, ya que los dispositivos conectados como teléfonos, tienen la posibilidad configurarse por DHCP.

El direccionamiento estático se proporciona a usuarios especiales como profesores y a equipos dedicados como servidores SAE. En la UGI no existe un criterio definido para el direccionamiento estático. Estas direcciones se asignan conforme a una solicitud que explique la necesidad del interesado. Cuando se usa direccionamiento estático se configuran manualmente los parámetros de conexión a la POLIRED y acceso al internet de acuerdo al lugar en el que se encuentre el terminal.

2.3.4 ENRUTAMIENTO

En esta sección analizamos la forma de enrutamiento de la POLIRED. Este enrutamiento es necesario para telefonía IP porque permite a los paquetes de voz transportarse de origen a destino, siguiendo una ruta a través de la red.

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

El enrutamiento es una función de la capa 3 del modelo de referencia OSI, porque en ésta capa se encuentran equipos como conmutadores, enrutadores que se encargan del enrutamiento de los paquetes en éste nivel. La POLIRED tiene conmutadores configurados a capa 3 para que realicen la función de enrutar los paquetes a lo largo de la red hasta el destino final del mismo.

La POLIRED utiliza un esquema de VLAN. Estas VLAN se configuraron identificando a 6 grupos dentro de la EPN. Los grupos identificados son profesores, estudiantes, administrativo, monitoreo, investigación y SAE. Con telefonía IP es necesario que se configure una VLAN de voz, la misma que se encargará de enrutar el tráfico de voz por su propia ruta.

Las rutas que se manejan en la POLIRED son estáticas. Estas rutas se encuentran configuradas en los conmutadores de core y distribución de la POLIRED. Para los conmutadores de distribución se ha asignado la red con máscara /21 para cada uno y en cada red se utiliza 3 bits de host para generar las 6 subredes para cada VLAN configurada en el POLIRED. Las VLAN que tiene la POLIRED son monitoreo, profesor, estudiante, investigación, administrativo y SAE.

En la figura 2.4 se muestra la topología de las rutas de la POLIRED, esta información se obtuvo de la UGI. En este diseño se han escondido con x los números que hacen referencia a las rutas en las direcciones de los equipos de la POLIRED.

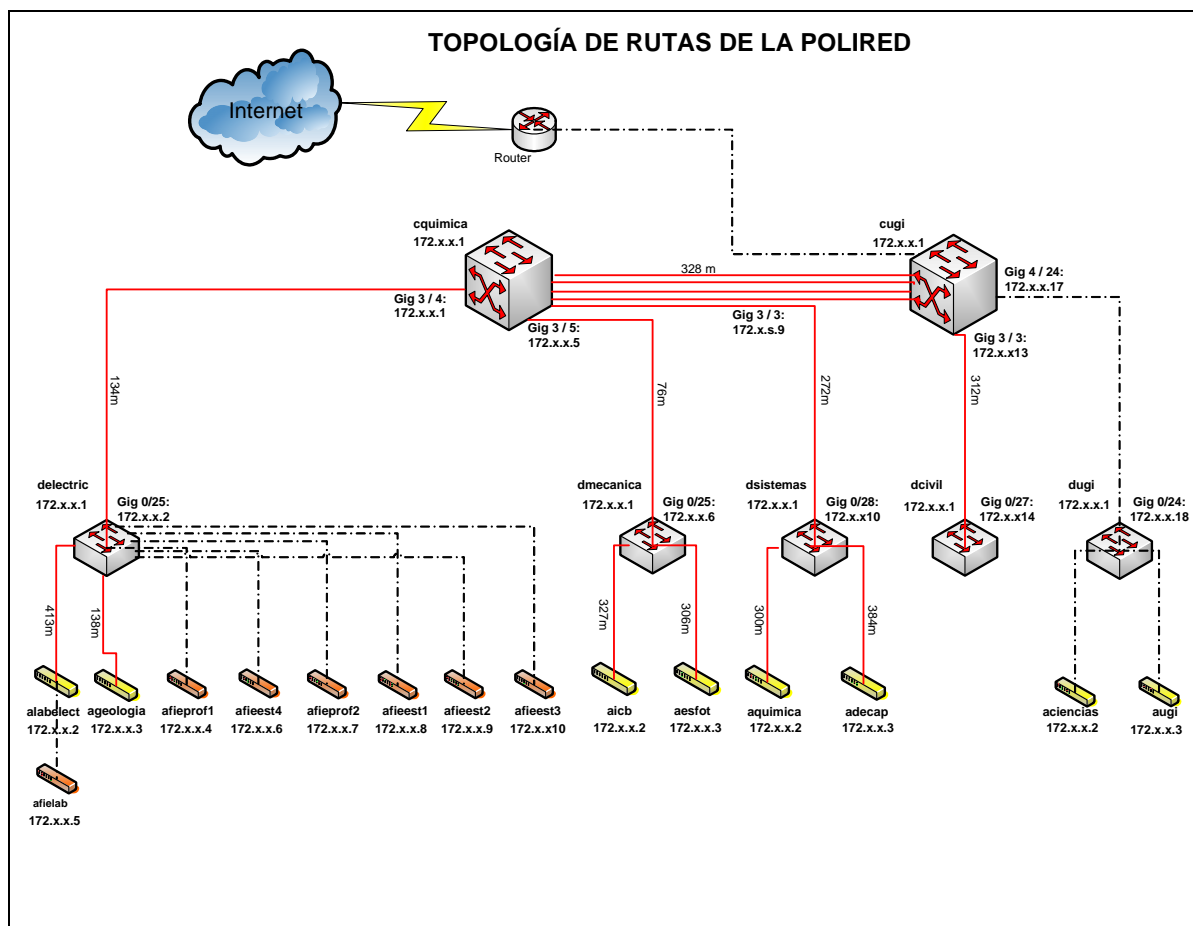


Figura 2.4: Topología de las rutas de la POLIRED⁹

En la actualidad la POLIRED no maneja ningún protocolo de enrutamiento dado que maneja rutas estáticas. A futuro se implementará enrutamiento con el protocolo BGP¹⁰. Este protocolo está orientado a la conexión y utiliza TCP para el transporte. BGP toma decisiones de enrutamiento basándose en políticas de la red o reglas que utilizan varios atributos de ruta BGP.

Finalmente, para telefonía IP es necesario definir las rutas para la voz y con la ayuda de calidad de servicio darle siempre prioridad a los paquetes de voz.

2.4 TRÁFICO

⁹ Fuente Unidad de Gestión de Información

¹⁰ Border Gateway Protocol - protocolo de gateway de borde

En esta sección analizamos el tráfico de datos y de voz de la EPN. Para analizar el tráfico utilizamos analizadores de red¹¹ para los datos y el sistema de monitoreo propietario de la central telefónica Definity ECS¹² para la voz.

Antes de comenzar con las mediciones de tráfico debemos conocer los detalles sobre la central PBX que posee la EPN. En este proyecto presentamos una propuesta para convertir algunas de las comunicaciones que se realiza con la central PBX a IP sobre la POLIRED.

2.4.1 CENTRAL TELEFÓNICA DE LA EPN

La Escuela Politécnica Nacional, tiene una central telefónica PBX Definity ECS de AT&T, la misma que está ubicada en el tercer piso del edificio de Administración. El cuarto de comunicación se comparte entre 4 gabinetes de la central, un sistema de poder suplementario en base a baterías y dos armarios: el de distribución principal que agrupa todas las extensiones de la escuela a través de ductos subterráneos, cableado aéreo y un armario adicional para las troncales de Andinatel y tres radio bases celulares (2 Startel 800 XT y una LG; ambas CDMA).

Esta central telefónica es un servidor de comunicaciones que interactúa con oficinas centrales a través de troncales analógicas o digitales (lo que permite el intercambio de datos) o con otras redes públicas y privadas. Este sistema soporta terminales analógicas y digitales por lo que se le pueden conectar cualquier tipo de teléfonos.

Este sistema telefónico de la central de la EPN es modular, de manera que el fallo en alguna tarjeta no afecta el desempeño del resto de la central. Cada tarjeta tiene una función propia y definida y va montada en gabinetes. Cada gabinete (además de las ranuras predefinidas para tarjetas esenciales como el CPU y el reloj del sistema) consta de 18 slots, en los que se puede poner una sola tarjeta. Esta central telefónica posee varios componentes, pero los que

¹¹ Programa de captura de las tramas de red

¹² Enterprise Communication Server

nos interesan para nuestro estudio son: interfaz impresora del sistema / LAN gateway y tarjeta ISDN-BRI-E1 (la que usaremos para conectar al gateway IP de voz)

La central de la EPN funciona para proporcionar los servicios básicos de comunicación por voz. Esta central entrega servicios a terminales digitales y analógicas (llamar y recibir llamadas). Existe el caso del Departamento de Ingeniería en Sistemas, en donde hay una pequeña central telefónica SAMSUNG que distribuye el servicio a 40 usuarios, de los cuales 8 extensiones (puertos) no funcionan. Esta central se conecta a la central PBX de la escuela y mediante 8 circuitos (extensiones y un directo).

El sistema telefónico PBX de la escuela provee servicio a 410 usuarios. Estos usuarios se encuentran repartidos en todo el campus, de los cuáles 318 tienen líneas de tipo analógicos y 92 digitales. Además en la EPN se tienen 150 líneas directas de Andinatel, de las cuales 32 están en la central y las 118 restantes se encuentran conectadas directamente en alguna oficina.

Finalmente, con éstos antecedentes realizamos el análisis de tráfico de voz para establecer una proyección del tráfico de voz en la POLIRED.

2.4.2 ANALISIS DEL TRÁFICO DE DATOS

El análisis del tráfico de datos de la POLIRED se realiza en conmutador principal de la EPN. Este conmutador se encuentra ubicado en la UGI (conmutador core). La medición del tráfico se realiza en los puertos de enlace entre el módulo de core y hacia los módulos de distribución y acceso, como se muestra con rojo en la figura 2.5.

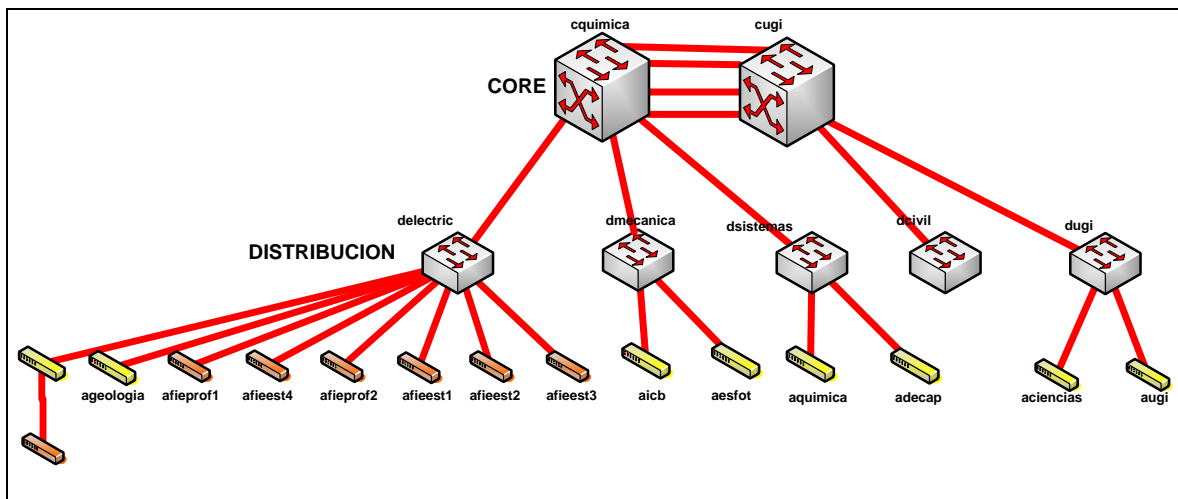


Figura 2.5: Enlaces en los que se mide el tráfico de datos

Para realizar el análisis de tráfico en los enlaces marcados con rojo en la figura 2.4 usamos el analizador de tráfico PRTG¹³. Este analizador de tráfico lo instalamos y configuramos en el servidor DHCP de la institución con la finalidad de monitorear toda la red durante la última semana de octubre y todo el mes de noviembre de 2006.

Cabe indicar que no monitoreamos la salida a internet, puesto que este proyecto no se define el uso de éste servicio (internet) para diseñar la red de telefonía IP.

A continuación el análisis del tráfico de datos en todos los enlaces que van al nivel de CORE.

2.4.2.1 Tráfico en los enlaces hacia el core

En la tabla 2.7 se muestra el promedio de tráfico que circula por los enlaces entre los conmutadores de core y distribución. Si comparamos este tráfico con la capacidad de los enlaces (1000 Mbps) podemos concluir que no se está usando la capacidad actual de la POLIRED. El desuso de la capacidad total de los enlaces la podemos atribuir a que los equipos de acceso cercanos al usuario final son obsoletos y no permiten aprovechar el ancho de banda que se

¹³ (Paessler Router Traffic Grapher)

tiene, también al cableado hasta el usuario final y a al sobre dimensionamiento de los equipos con las actuales aplicaciones.

Enlace	Tráfico de total [Mbps]
cugi-cquimica (redundancia)	0,98
cugi-cquimica (redundancia)	0,61
cugi-cquimica (redundancia)	1,32
dugi-cugi	0,63
dsistemas-cquimica	1,95
dmecanica-cquimica	0,56
delectrica-cquimica	0,42

Tabla 2.7 Tráfico promedio total de noviembre de 2006 en los principales enlaces

En el gráfico 2.17 podemos notar que de los 6,47 Mbps que se utiliza de todos los enlaces, el 31% de tráfico se da en el enlace *dsistemas – química* el mismo que sirve de acceso a todos los usuarios de sistemas, química y DECAB para obtener los servicio de internet, correo electrónico, etc.

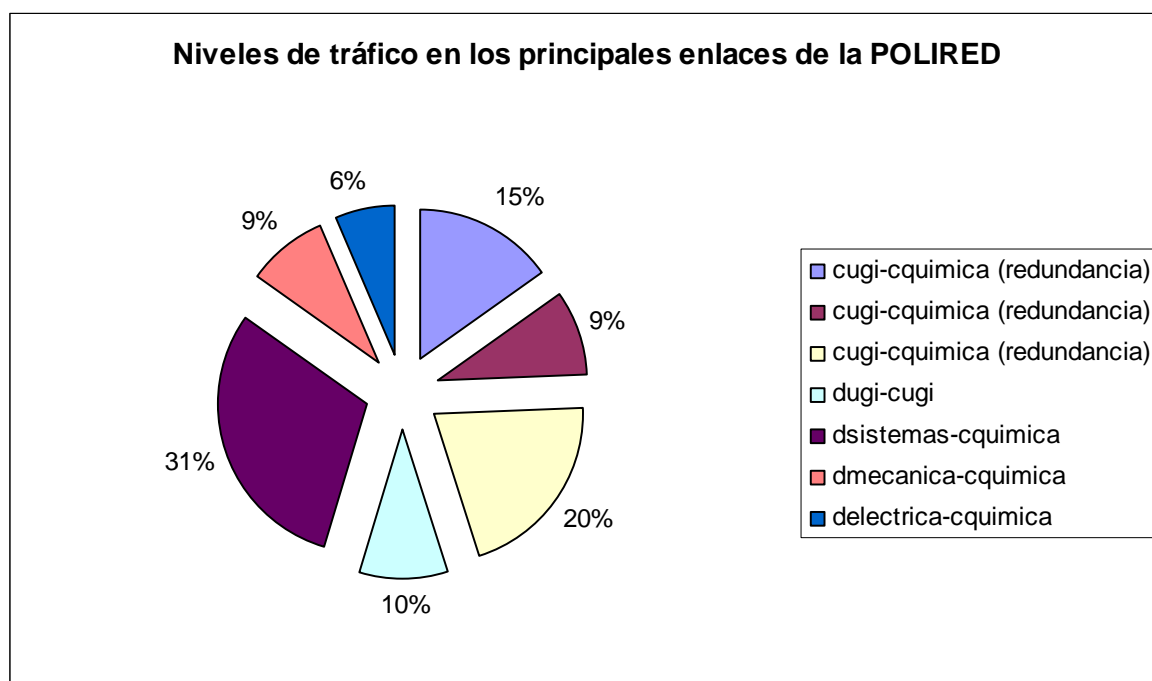


Gráfico 2.17: Tráfico en los principales enlaces de la POLIRED obtenido en noviembre de 2006

En el gráfico 2.18 se muestra la disponibilidad de los enlaces de la POLIRED. Esta disponibilidad es mayor al 99% de la capacidad total. Inicialmente la disponibilidad en la red, permite pensar en agregar tráfico de voz a la POLIRED. Con esta disponibilidad es factible seleccionar los protocolos de voz. El protocolo que usaremos para telefonía IP en la EPN es el protocolo SIP el mismo que junto con el codec G.711 (64 kbps – por la disponibilidad de la red) garantizan la calidad en la voz. Para garantizar totalmente la voz necesitamos utilizar algún nivel de calidad de servicio. Los niveles de calidad de servicio los seleccionaremos en la siguiente sección.

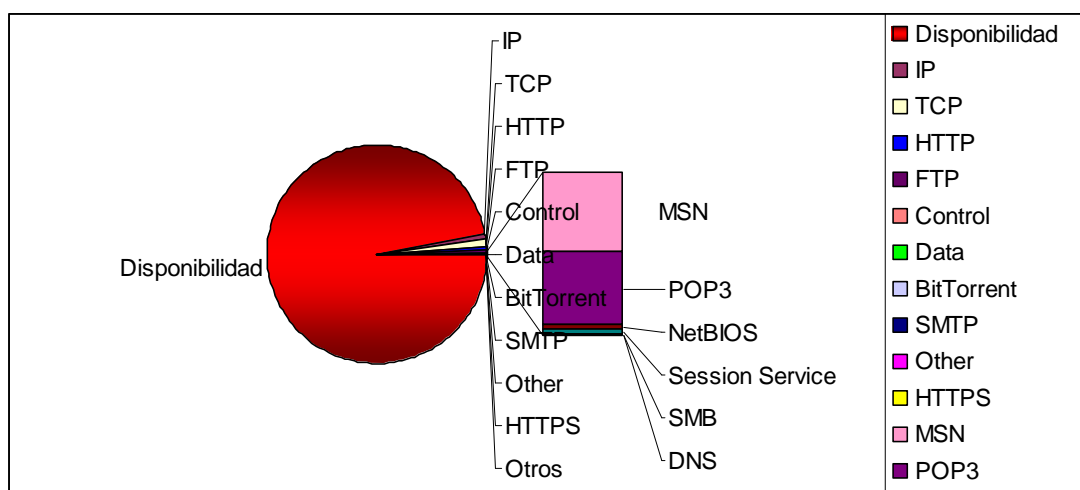


Gráfico 2.18: Disponibilidad de los enlaces de la POLIRED del nivel de distribución y backbone

Finalmente, el flujo de tráfico en la POLIRED es bajo en comparación con la capacidad que soportan los enlaces. Los servicios que presta la POLIRED se concentran en servicio de Internet, correo electrónico, DHCP, porque la institución no cuenta con servicios a acceso a base de datos, servidores FTP, voz sobre IP, videoconferencia, etc.,.

2.4.3 ANALISIS DEL TRÁFICO DE VOZ

Con respecto al tráfico de voz, realizamos éste análisis para conocer cuantas conversaciones simultáneas se realizan en la institución. Con este análisis podemos forma establecer la cantidad de líneas que se necesitan para ofrecer servicio telefónico IP en la POLIRED. Para identificar la cantidad de líneas para

telefonía IP usamos la teoría del tráfico de Erlang¹⁴. El tráfico de voz de la central telefónica de la EPN se muestra en el anexo 4.

El tráfico de voz de la EPN fue capturado durante la segunda y tercera semana del mes de octubre. Este tráfico permite hallar la hora del día (horas pico) en la que el sistema está más ocupado. Para identificar la cantidad de líneas ocupadas usamos la teoría de Erlang. Con la teoría de tráfico de Erlang, necesitamos conocer la intensidad del tráfico de voz de la POLIRED, la misma que se representado con la letra IT en el tráfico analizado del sistema de administración de la central Definity de la EPN, éstos datos se resumen en la tabla del anexo 5.

En el gráfico 2.19, se muestra la intensidad de tráfico obtenida de los datos de la tabla adjunta en el anexo 5. Esta tabla nos indica que la hora pico en las dos semanas es de 9 a 10 de la mañana.

Se debe tener en cuenta que debemos determinar una cantidad de circuitos (líneas telefónicas) para el diseño de la red, para lo cual existe las denominadas tablas de Erlang, las mismas que para una determinada intensidad de tráfico y un grado de servicio¹⁵, proporcionan el número de circuitos óptimo. Las tablas de Erlang se encuentran en el anexo 6.

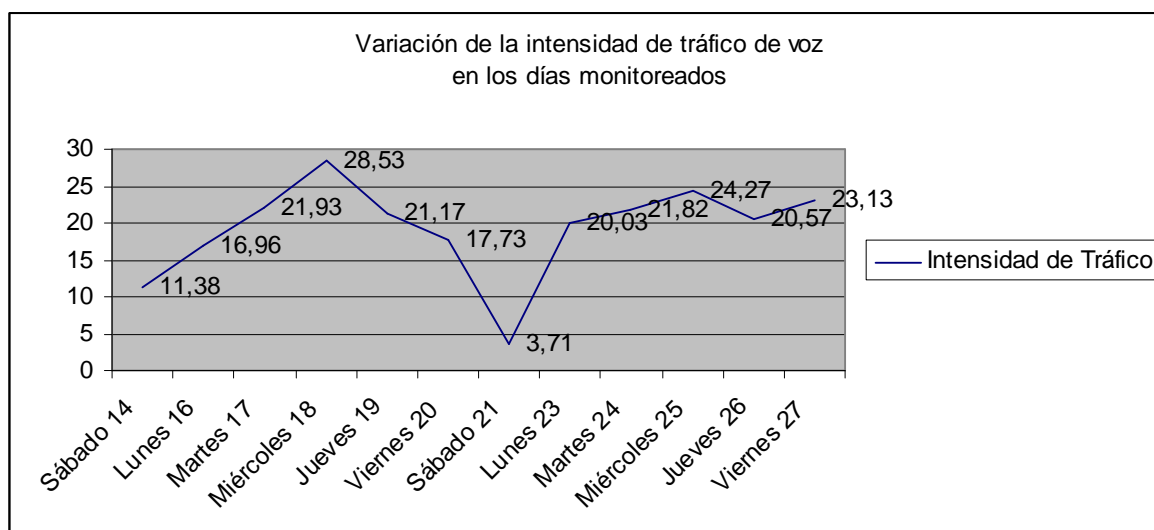


Gráfico 2.19: Intensidad de Tráfico de la hora pico entre la semana del 14 al 27 de octubre

¹⁴ Erlang = circuitos ocupados durante en la llamada

¹⁵ Llamada que falle debido a congestión del sistema, 0,01% en telefonía

Haciendo referencia a la tabla mencionada, con un grado de servicio de 0,01 y el valor de intensidad más alto (28,53) en la hora pico de 09:h00 a 10:h00, el número de circuitos (líneas) a usarse es de 50, para que el servicio se mantenga estable en esa hora. En el caso de la EPN se puede considerar el hecho de contratar enlaces (E1) y no líneas. Estos enlaces llevan datos en una tasa de 2,048 millones de bits por segundo y puede llevar 32 canales (circuitos-líneas) de 64 Kbps por cada uno. De los 32 canales 2 no se usan porque son de monitoreo y control. Los 30 canales restantes se usan para la transmisión de voz. Cada canal de voz equivale a 3 extensiones (90 líneas y números con salida a Andinatel) y configuradas como número directos. Según el análisis de tráfico para la POLIRED serían necesarias 2 E1.

De los diferentes análisis de tráfico, podemos concluir que es posible el tráfico de voz en la POLIRED, el mismo que puede incorporarse en una VLAN solo para voz dado que los canales de comunicación internos de la POLIRED tienen poca carga de tráfico.

En el gráfico 2.20, se muestra una proyección del tráfico de la POLIRED con la voz en las horas picos obtenidas del análisis anterior del tráfico de la voz y con el uso del codec de voz (G.711 – (64 kbps) + cabeceras = 95,2 Kbps) para transmitir la voz a través de la POLIRED. Este gráfico refleja la situación actual de la red de voz, es decir 410 usuarios con extensiones.

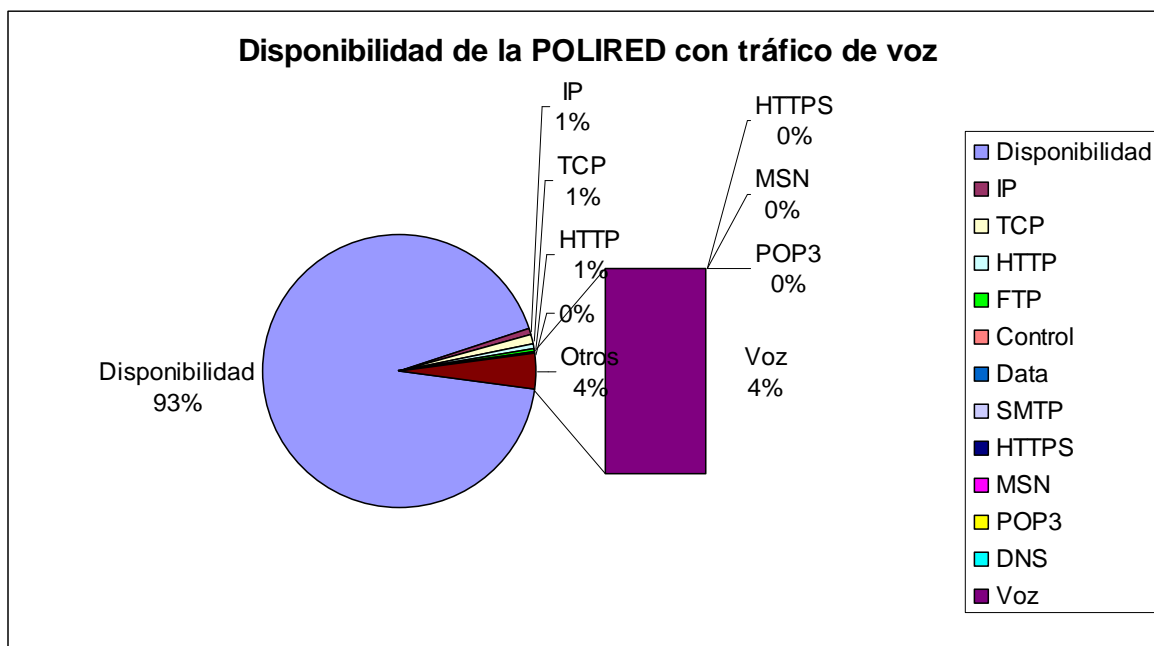


Gráfico 2.20: Proyección de la POLIRED con el tráfico de voz en la hora pico

Es posible observar en el gráfico 2.20 que el 4 % del tráfico total de la POLIRED es tráfico de voz, mientras que el restante 93 % continúa disponible.

2.5 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

En ésta sección analizamos la calidad de servicio QoS (Quality of Service) para la red de telefonía en la EPN. Es obligatorio utilizar calidad de servicio para telefonía IP. La calidad de servicio es una característica a la que VoIP y telefonía IP hacen referencia en cada momento. Calidad de servicio es la habilidad para que un elemento de la red (aplicación, terminal o enrutador) tenga seguridad para proveer los servicios y los requerimientos que exija el tráfico transmitido. Para que exista QoS se requiere cooperación entre todas las capas del modelo OSI.

Los paquetes de datos de todas las aplicaciones (correo electrónico, navegación por internet, acceso a bases de datos, voz, etc) van a compartir el mismo enlace. Cuando se comparte el mismo enlace es necesario tener presente el ancho de banda para cada aplicación y su prioridad. De esta forma podemos conseguir que ciertas aplicaciones como telefonía IP estén

garantizadas con respecto al resto. Por ello la POLIRED debe poder diferenciar y priorizar los datos de las aplicaciones críticas frente a las que no lo son.

En la POLIRED los elementos que conforman los módulos de core, distribución y acceso soporta calidad de servicio. En estos módulos no se ha configurado calidad de servicio. El enrutador principal de la EPN que se conecta al proveedor de servicios de internet no soporta calidad de servicio.

Algunas aplicaciones son más exigentes sobre sus requerimientos de calidad de servicio QoS que otras. Calidad de servicio se ha clasificado en dos tipos para poder definir a que tipo incluir un determinado servicio como telefonía IP.

1. Resource Reservation (Reservación de Recursos).- Funciona cuando se tiene servicios integrados, donde los recursos de la red son administrados de acuerdo a los requerimientos de QoS de la aplicación (voz, video, datos) y luego éstos son sujetos a las políticas de la administración del ancho de banda.

2. Priorization (Priorización).- El tráfico de la red es clasificado y distribuido de acuerdo a los recursos de la red y a las políticas de administración de ancho de banda.

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

En la POLIRED debemos utilizar calidad de servicio para la voz. Siempre la voz debe tener prioridad sobre los datos para garantizar las comunicaciones. En la red de telefonía IP se aplicará calidad de servicio para todos los usuarios conectados a la central IP. De estos usuarios se seleccionara a las autoridades para que mantengan adicionalmente un nivel de calidad de servicio adicional. Estos niveles los decidiremos conforme a los protocolos y tipos.

2.5.1 PROTOCOLO DE QoS

El objetivo de analizar los protocolos concernientes a calidad de servicio. Los protocolos para calidad de servicio deben estar configurados en los conmutadores de core, distribución y acceso de la POLIRED. Para definir que protocolos y niveles de calidad de servicio aplicaremos a los usuarios en general, analizamos los siguientes:

ReSerVation Protocol (RSVP): Es un protocolo de señalización que permite controlar y reservar los recursos de la red. Esta opción es la más compleja de todas las tecnologías de QoS para aplicaciones (host) y para elementos de red (enrutadores y conmutadores). RSVP es la que mejor alternativa porque garantiza el uso de las diferentes aplicaciones de usuario final a usuario final. RSVP es utilizado por el protocolo SIP para priorización del tráfico de voz en la red.

Differentiated Services (DiffServ): Este modelo, se basa en el tráfico sin reservación y tiene el objetivo de asignar el ancho de banda a diferentes usuarios de forma controlada. Este modelo clasifica los paquetes en un número pequeño de tipos de servicios y utiliza mecanismos de prioridad para proporcionar una calidad de servicio al tráfico. El objetivo principal de este mecanismo es asignar el ancho de banda a diferentes usuarios en una forma controlada durante periodos de congestión. Permitiendo que diferentes usuarios obtengan diferentes niveles de servicio de la red.

Multi Protocol Labeling Switching (MPLS): Con este tipo de QoS, se puede administrar el ancho de banda para las aplicaciones mediante ruteo de acuerdo a las etiquetas que están en las cabeceras de los paquetes. Este modelo, permite que las redes IP como la POLIRED funcionen bajo el principio del “mejor esfuerzo” entre las que se encuentran tráfico con clase de servicio (CoS), tráfico con calidad de servicio (QoS) y proporcionar redes privadas virtuales (VPN)

Subnet Bandwidth Management (SBM): Permite la categorización y la priorización de paquetes en la capa 2 del Modelo OSI (Capa de enlace), el mismo que es una extensión del protocolo RSVP.

En la tabla 2.8 se muestra en forma resumida como configuraremos calidad de servicio en la POLIRED para telefonía IP.

Reservación de recursos	Todos los usuarios	Usuarios especiales
RSVP	SI	SI
MPLS	X	X
Priorización		
DiffServ	X	SI
SBM	X	SI

Tabla 2.8: Protocolos de calidad de servicio para telefonía IP en la POLIRED

Los conmutadores con QoS deben cumplir con las características de 802.1p (CoS – clase de servicio) para la priorización del tráfico y 802.1Q (VLAN) para la configuración de la VLAN de voz independiente para asegurar el tráfico de voz que circulará en la POLIRED. La calidad de servicio resuelve los problemas que normalmente están presentes en una comunicación de voz con telefonía IP como latencia, jitter y eco, debido a que hace uso de los métodos para priorizar o clasificar el tráfico.

En la POLIRED no existe calidad de servicio. Actualmente la POLIRED no tiene aplicaciones que requieran de la configuración de calidad de servicio. Con telefonía IP en la POLIRED debe configurarse QoS para garantizar la telefonía IP.

Finalmente, la calidad de servicio para la voz en la POLIRED debe ser para todos los usuarios. A los usuarios especiales se le debe aplicar otro nivel de calidad de servicio de priorización con el protocolo DiffServ y el protocolo SBM para garantizar que nunca se caiga el servicio a estos usuarios. A los usuarios en general se les aplicará calidad de servicio del tipo de reservación de recursos con el protocolo RSVP. De esta forma garantizamos al tráfico de voz sobre el tráfico de datos, no se pierde funcionalidad ni rendimiento en otros servicios como el acceso a internet y correo electrónico.

2.6 RED FÍSICA

En ésta sección realizamos el análisis de la red física de la POLIRED conforme a los requerimientos de usuarios, aplicaciones, protocolos. Con este análisis podemos conocer la infraestructura para telefonía IP necesaria para el diseño de la red de telefonía IP y establecer que hace falta en la red para ofrecer el servicio. Para realizar éste análisis usaremos la última macro capa definida para nuestro estudio. En esta sección hacemos uso de la arquitectura AVVID para el mismo análisis físico.

La red física de la POLIRED está conformada por el cableado, los conmutadores y las computadoras con todos sus elementos físicos para conectarse a la POLIRED. Estos aspectos físico de la red se encuentran agrupados módulos (core, distribución, acceso, servidores, usuarios) de acuerdo al diseño de la POLIRED y que analizamos en la sección 1.3 del capítulo 1.

En cuanto al cableado, la POLIRED posee un anillo de fibra óptica que interconecta los principales edificios de la EPN (Sistemas, Eléctrica, Administración, Civil, Hidráulica, EPCAE, Casa Mata, ICB, Tecnólogos, Química). La tecnología usada en el cableado de la fibra es FDDI (Interfaz de Datos sobre Fibra Distribuida). Con esta tecnología y los conmutadores de la POLIRED podemos alcanzar la velocidad de 1000 Mbps entre los enlaces.

Dentro de cada edificio se utiliza cableado UTP (par trenzado sin blindaje). Este cableado está distribuido de forma desordenada hasta que llega al usuario final. La distribución del cableado es uno de los problemas que enfrentan los usuarios y los administradores de la red en los servicios que da la POLIRED, como conectarse a las cuentas de correo o navegar por internet.

Considerando el análisis de situación actual presentado en el capítulo 1 sobre la POLIRED y haciendo uso de la arquitectura AVVID de Cisco según los

parámetros de jerarquía, modularidad y cableado para las capas 1 y 2 del modelo OSI, presentamos la tabla 2.9:

Secciones	Estado
Jerarquía	G
Modularidad	G
Cableado	Y

Tabla 2.9 Parámetros AVVID considerados para la red física de la POLIRED

Los resultados se muestran en forma de semáforos a cada parámetro, donde el color VERDE **G** significa que la red cumple con el requerimiento analizado para una red integrada, el AMARILLO **Y** significa que existen varios puntos a ser tomados en cuenta en esos parámetros y finalmente el ROJO **R** significa que la red no cumple con el requerimiento. Según el análisis de AVVID, los parámetros para la capa 1 y 2 del modelo OSI de la POLIRED cumplen con los requerimientos para telefonía IP.

Para telefonía IP es necesario el uso de elementos adicionales en la red. Estos elementos adicionales son gateway de voz y la central telefónica IP. Los mismos que deben cumplir con las características de funcionalidad y seguridad analizadas conforme a la POLIRED y a los usuarios del servicio telefónico y deben ser parte de la infraestructura física principal para la telefonía IP.

Finalmente, del análisis conforme al modelo OSI y del análisis de AVVID podemos concluir que la telefonía IP requiere de una infraestructura IP, basada en conmutadores es decir trabajar con una infraestructura de red conmutada. Los saltos que deben realizar los paquetes de voz por cada dispositivo para llegar a su destino final de usuario a usuario necesitan de equipos que soporten la tecnología de telefonía IP.

2.6.1 GATEWAY DE VOZ

El Gateway de voz es un enrutador. Este debe tener la capacidad de enrutar (encaminar) las llamadas tanto internas en la EPN como locales (Quito) hacia ANDINATEL y cualquiera de las dos redes IP o PBX. Este gateway sirve de puente entre la red telefónica convencional y la red IP. Este gateway se encarga de convertir la señal analógica en paquetes IP y viceversa. La conversión en el gateway implica operaciones a nivel de capa 3 del modelo OSI. Este gateway permite que un dispositivo no IP pueda comunicarse con otro IP, porque se conecta por medio de interfaces E1 (seleccionamos el uso de E1 conforma al análisis de tráfico del capítulo 2), por una parte a la central telefónica de la escuela y por la otra a una red IP. Adicionalmente este gateway debe tener la capacidad para integrar los datos, es decir debe manejar el acceso a internet.

Funcionalidad
Manejo de protocolos SIP, H.323.
Manejo simultáneo de interfaces E1, FXS y FXO.
Compatibilidad con H.323, SIP
Compresión de datos, G.729, G.723.1, G.729 a/b, G.711, G.728, G.726
Ruteador multiservicio (PSTN, PBX, IP)
Soporte de voz sobre IP (VoIP)
Soporte Ethernet, Fast Ethernet, Voz sobre IP (VoIP).
Seguridad
Soporte IPSEC con cifrado de datos estándar (DES) y el cifrado de datos 3DES, el tunneling, las listas de acceso, el registro de infracciones.
Manejo de Calidades de Servicio QoS con protocolos como RSVP (Resource Reservation Protocol)
Protocolo de administración SNMP.
Redundancia en energía

En la solución IP para la EPN el gateway IP debe tener la capacidad garantizar el servicio de telefonía a los usuarios ofreciéndoles salida a la (PSTN) Red Publica Telefónica Conmutada ANDINATEL, PACIFICTEL, CELULARES.

2.6.2 CENTRAL IP

La central IP se conecta a la POLIRED, en el conmutador principal de la UGI (switch de core). Esta central se encarga de pasar las llamadas que entran a las extensiones y de permitir que las extensiones hagan llamadas a números nacionales, internacionales, y a otras extensiones.

Funcionalidad
Proporcionar servicios de datos, voz.
Selección automática de ruta sobre la red pública telefónica.
Selección automatizada de ancho de banda.
Interfaz H.323 y SIP a dispositivos seleccionados.
Localización múltiple---partición del plan de marcación.
Configuración y administración de recursos/aplicaciones compartidas:
Registro de detalles de las llamadas
Procesamiento distribuido de la llamada.
Supresión de silencio, detección de actividad de voz.
Recurso transcodificador entre G.711 y G.729.
Monitoreo del desempeño.
Las estadísticas QoS se ofrecen por llamada
Compatibilidad con aplicaciones de otros fabricantes.
Ajuste de atenuación/ganancia en cada dispositivo (teléfono y gateway).
Seguridad
Control de administración de llamadas.
Utilidades de depuración y administración de múltiples plataformas remotas del propio sistema.
Bloqueo de llamadas salientes---sistema.
Recuperación de fallos PSTN.

La red de telefonía IP debe tener la capacidad de brindar el servicio de mensajería unificada, puesto que éste servicio es requerido por los usuarios del servicio de telefonía.

2.6.3 SERVIDOR DE MENSAJERÍA UNIFICADA

Con este servicio se integra los componentes de la mensajería y de reconocimiento de voz con la POLIRED. Para proporcionar el acceso a las llamadas y a los mensajes se integra en el buzón de entrada los mensajes de texto y de voz que el usuario recibe.

Funcionalidad
El software de correo de voz debe contar con soporte para conectividad hacia la red de telefonía IP o hacia la PBX.
Proporcionar servicio a un mínimo de 500 usuarios de telefonía IP.
Capacidad para almacenamiento de correos de voz de 60 minutos por usuarios
Mensajería unificada para consulta de voz desde clientes de correo compatibles con versiones de LINUX.
Seguridad
Seguridades que ofrece el hardware del equipo

Junto con el servidor de mensajería unificada es necesario el servidor de correo, puesto que éstos trabajan en conjunto.

2.6.4 TELÉFONOS IP

Los teléfonos IP son los que se conectan a la red, para permitir a los usuarios el uso del servicio de telefonía IP. Las características de dichos teléfonos, se muestran a continuación.

Funcionalidad

Asignación de bloque IP a DHCP teléfonos y gateways.
DNIS---servicio de identificación de número marcado.
Proporcionar la integración de datos y voz en una sola infraestructura de red que incluya una sola planta de cable.
Compresión de sonido G.711 y G.729 a.
Compatibilidad con H.323 y SIP.
Admisión del protocolo DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
DHCP asigna automáticamente direcciones IP a los dispositivos cuando el teléfono está conectado.
Programación de la generación de ruido de confort y detección de actividad de voz por cada sistema.
Los teléfonos IP deberán de poder soportar el recibir la alimentación eléctrica a través de la LAN
Switch para al menos dos puertos con interfaz 10/100BaseT para permitir una conexión RJ-45 en el escritorio para el teléfono y un dispositivo LAN adicional, para la PC.
Desvío de llamadas-Todas (fuera de la red/en la red).
Llamada en espera.
Identificación de la línea de llamada---CLID.
Marcación entrante directa---DID.
Timbrado distintivo (interno Vs. Externo).
Indicador de mensaje en espera.

Dichos características se basan en los principios de funcionalidad y seguridad, para proveer el servicio a los usuarios de telefonía IP y de la POLIRED y que éste no afecte a los demás usuarios de la red.

CAPITULO 3.- DISEÑO DE LA RED DE TELEFONÍA IP

En éste capítulo realizamos el diseño de la red de telefonía IP de la EPN. El diseño se basa en los requerimientos analizados en el capítulo 2. El objetivo de esta sección es proponer el diseño de la red de telefonía IP a la institución. Para realizar el diseño hemos usado los dos modelos existentes para el diseño de una red de telefonía IP. Adicional a los modelo hemos usados los tipos de diseños para las redes de telefonía IP, obteniendo cuatro alternativas de red telefónica IP. En este análisis comparamos las alternativas obtenidas de los diseños para proponer el diseño conveniente para la EPN.

Finalmente, analizamos los costos que involucra la propuesta de la red de telefonía IP que se diseña en este capítulo.

3.1 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

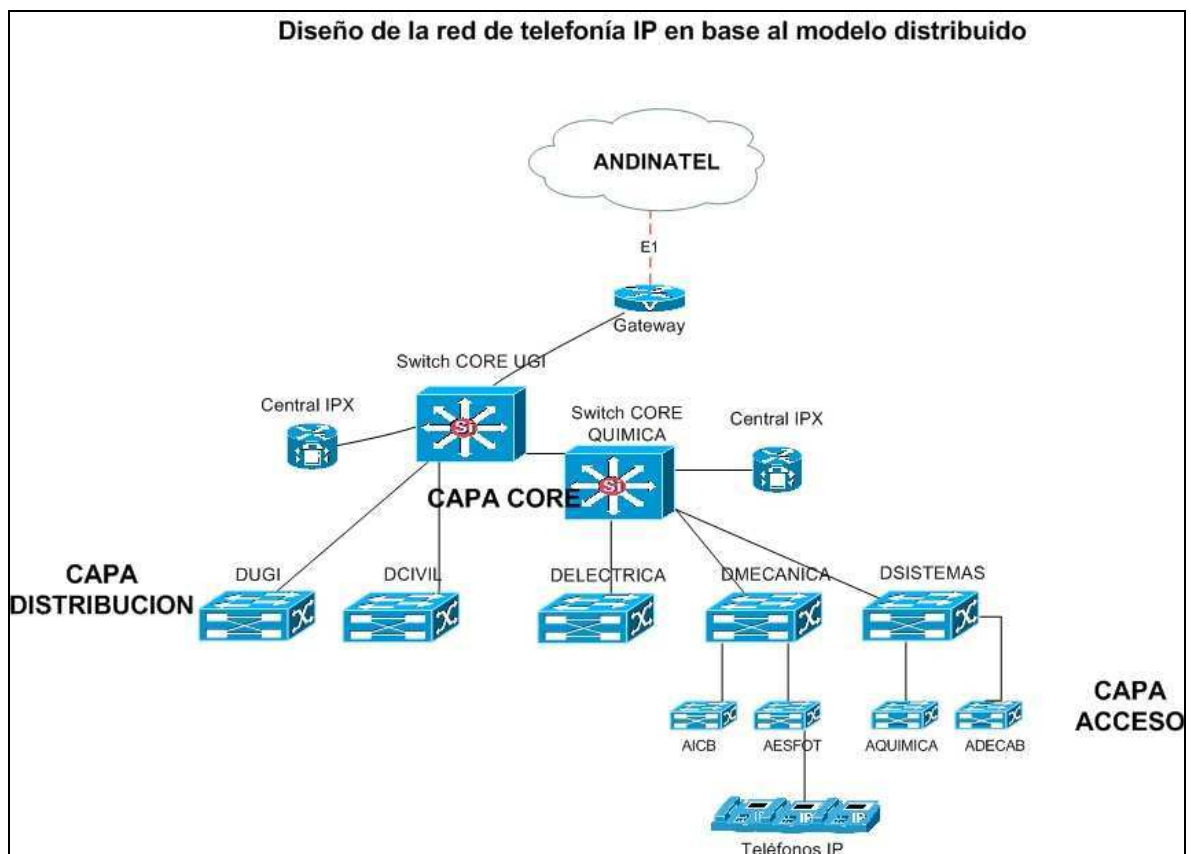
En esta sección aplicamos las alternativas de diseño para la red de telefonía IP junto con los dos modelos para telefonía IP (modelo distribuido, modelo centralizado) [14]. Con estos modelos diseñaremos cuatro propuestas de redes de telefonía IP para la EPN.

Existen dos tipos de diseño para la red de telefonía IP. El diseño híbrido[14] y el diseño puro[14], los mismos que en conjunto con los modelos propuestos y el análisis realizado en el capítulo anterior, nos permite diseñar cuatro opciones para la red de telefonía IP de la EPN. Para cada diseño de red de telefonía IP usamos los elementos principales que conforman las redes de telefonía IP. Estos elemento principales son gateway, central IP y teléfonos IP que analizamos en el capítulo anterior.

3.1.1 DISEÑO DISTRIBUIDO DE TELEFONÍA IP

Para conseguir un diseño distribuido de telefonía IP aplicamos el modelo distribuido de telefonía IP. Este modelo permite mantener varias centrales IP

dentro de una red de telefonía IP. Este modelo distribuye las centrales dentro de la institución lo que permite redundancia, disponibilidad y tolerancia a fallos, pero a la vez tiene mayor costo. En el caso de la EPN implementar este modelo significaría implementar una central IP en el edificio de administración y otro en el de eléctrica-química, tal como se muestra en la figura 3.1.



Este diseño es aplicable a la EPN, si existiera grandes volúmenes de usuarios telefónicos y para un campus amplio en cuanto a extensión en terreno el cual mantiene dos centrales conectadas a los conmutadores principales para el servicio.

3.1.2 DISEÑO CENTRALIZADO DE TELEFONÍA IP

Para el diseño centralizado de telefonía IP utilizamos el modelo centralizado de telefonía IP. Este modelo se aplica en instalaciones de tamaño mediano o pequeño, como el campus de la EPN entre edificios, oficinas, etc. Este es un

modelo que mantiene sola una central IP que se encarga de las comunicaciones internas y externas, tal como se muestra en la figura 3.2 y que para el caso de la EPN se ubicaría en el core de la UGI.

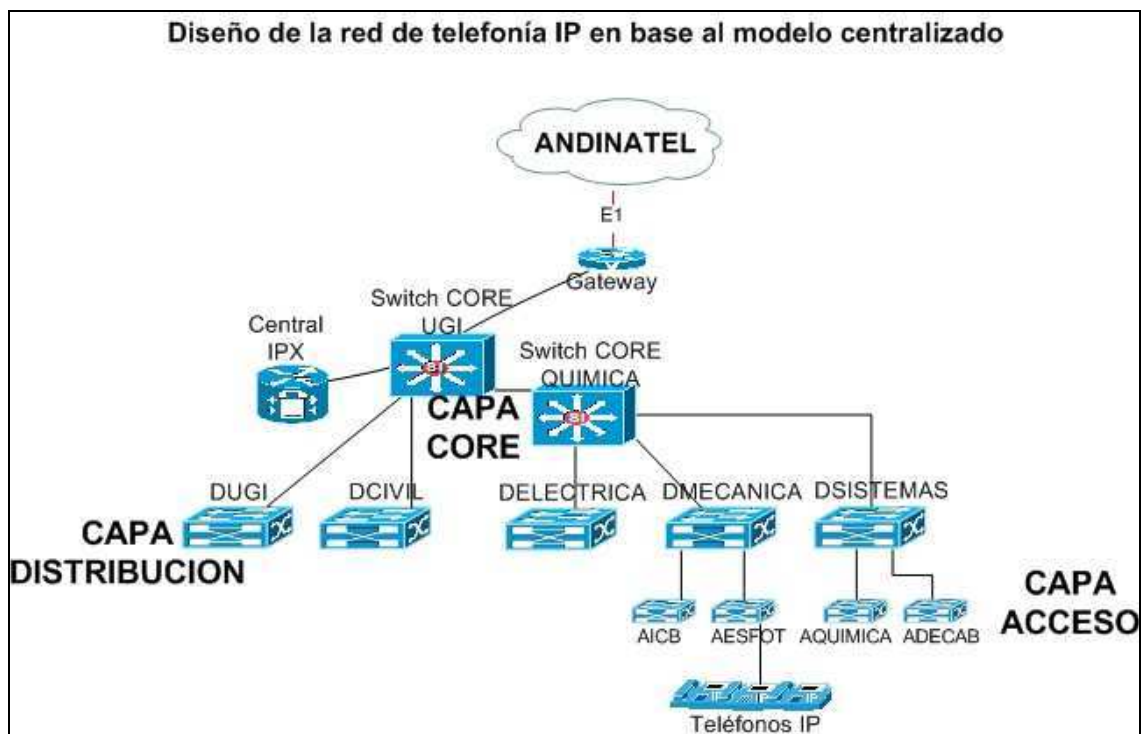


Figura 3.2: Diseño aplicando el modelo centralizado de telefonía IP para la EPN

Cada elemento que forma parte de un nuevo servicio en este modelo, se une al conmutador principal (core ugi) para ser usado por todos los usuarios.

El modelo centralizado se ajusta a las características de la POLIRED, analizadas en el capítulo 1 y de los requerimientos estudiados para telefonía IP en la POLIRED del capítulo 2. Si analizamos este modelo para la POLIRED tenemos que:

El campus de la EPN se extiende sobre una misma superficie. En esta superficie los edificios no están alejados uno de otro, con excepción del Observatorio Astronómico, la Mecánica de San Bartolo, y la Estación de Monitoreo del Volcán Tungurahua (Baños), por lo que el modelo centralizado es apropiado.

Todos los usuarios dependen de la POLIRED. Existe una excepción como el Departamento Geofísico, que no depende del servicio de los servicios de la POLIRED. Las principales instalaciones de la POLIRED se centralizan en la Unidad de Gestión de Información (UGI), por lo que conectamos al core ugi los equipos que proveen telefonía IP y otros servicios como mensajería unificadas. En la actualidad, no existen redes WAN¹⁶ en EPN. Esta opción nos permite visualizar al modelo centralizado para telefonía IP como una opción para la EPN.

3.1.3 OPCIONES DE DISEÑO DE TELEFONÍA IP

Existen dos tipos de diseño para telefonía IP. Ambos diseños pueden adaptarse a los modelos estudiados anteriormente, distribuido o centralizado para diseñar la red de telefonía IP para la EPN. El primer diseño es el diseño de red de telefonía IP “híbrido” y el segundo es el diseño de red de telefonía IP “puro”. Estos diseños los describimos brevemente a continuación.

Diseño híbrido:- El diseño híbrido es el que fusiona ambas centrales (IP y PBX) así como los tipos de teléfonos (IP, analógicos y digitales).

Usando el modelo centralizado de telefonía IP, junto con el diseño híbrido, tenemos la primera opción de diseño que es una red de telefonía IP híbrido centralizado, la misma que se muestra en la figura 3.3.

OPCION 1: Red de telefonía IP híbrido centralizado

¹⁶ WAN: red de área amplia (Wide Area Network)

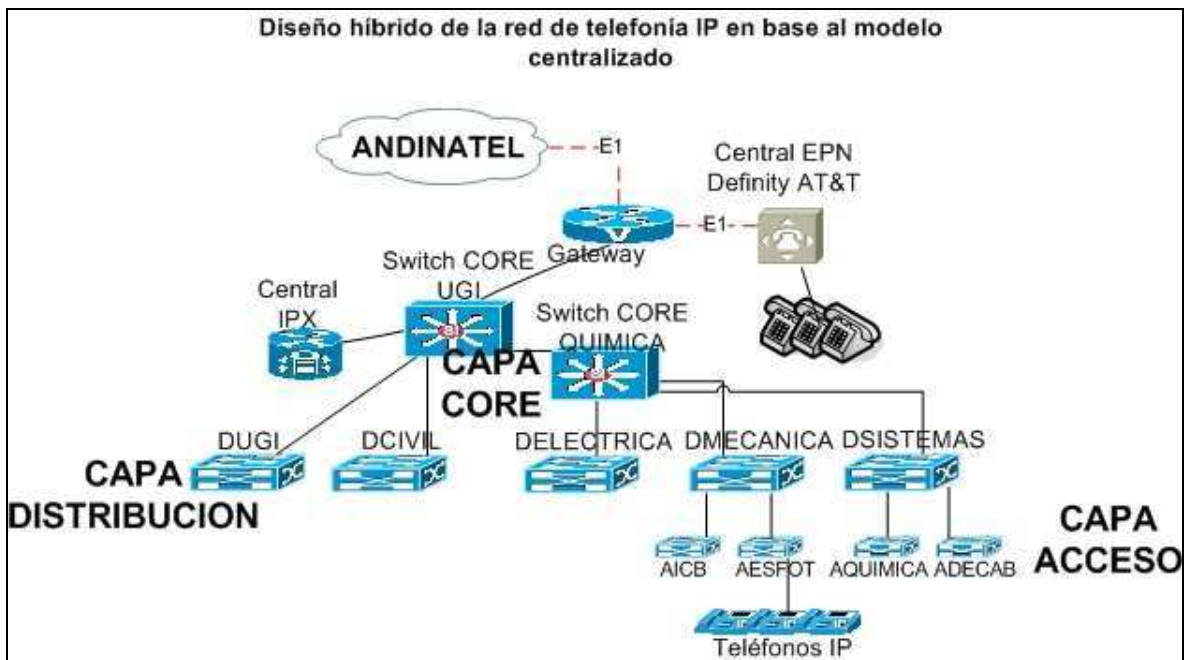


Figura 3.3: Diseño de red de telefonía IP híbrido centralizado de la EPN

En este diseño se mantiene la central PBX porque el gateway de voz tiene la capacidad de conectarse con al central PBX de la escuela, permitiendo que éstas centrales trabajen juntas.

OPCION 2: Red de telefonía IP híbrido distribuido

En la figura 3.4 mostramos el diseño de red de telefonía IP híbrido distribuido de la EPN. En este diseño se toma en cuenta 3 centrales, 2 IP y la PBX, permitiendo, mantener la infraestructura de telefonía tradicional existentes.

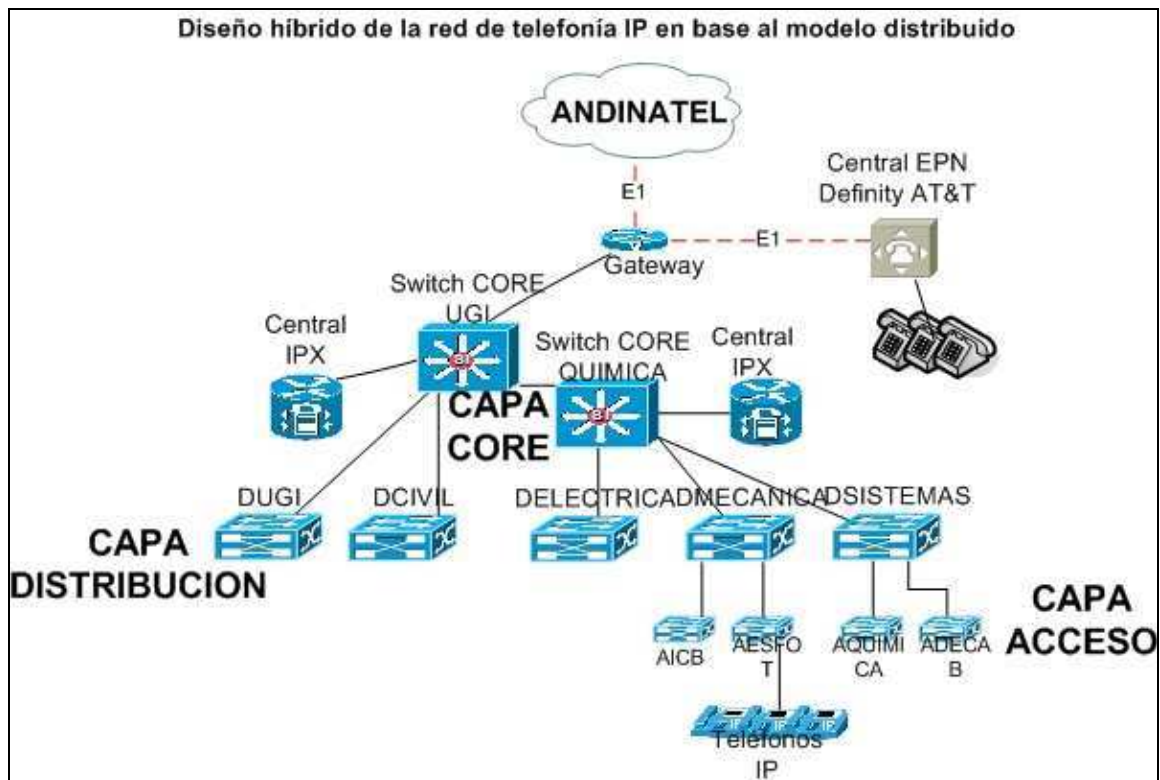
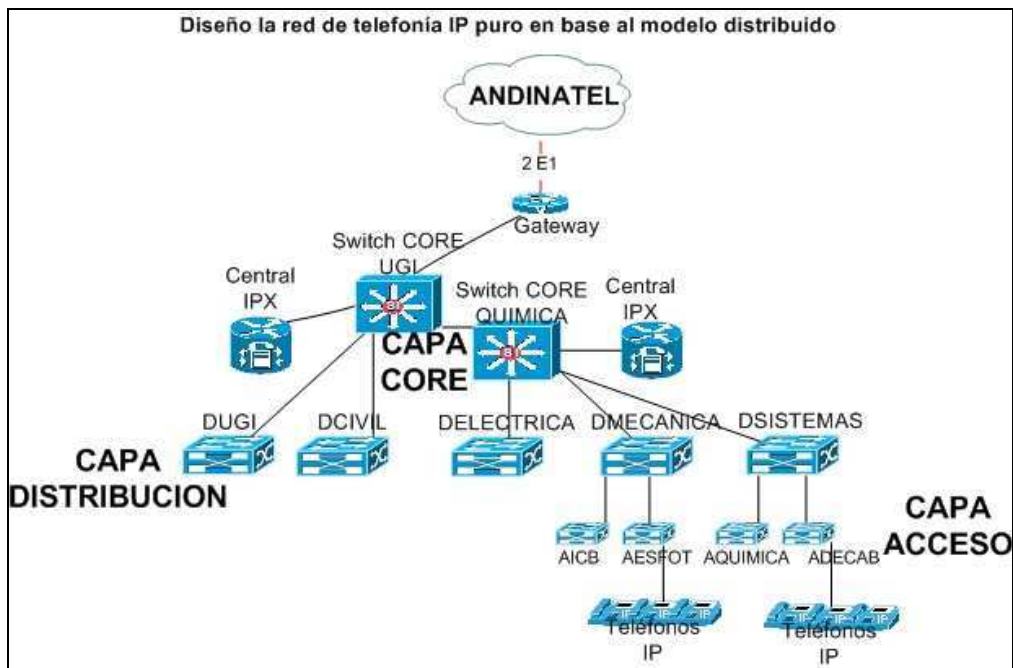


Figura 3.4: Diseño de red de telefonía IP híbrido distribuido de la EPN

Diseño puro:- El diseño IP puro es únicamente con centrales y teléfonos IP. Este diseño implica una migración total a éste sistema, además de costos elevados, porque en telefonía IP los elementos más costosos son los teléfonos.

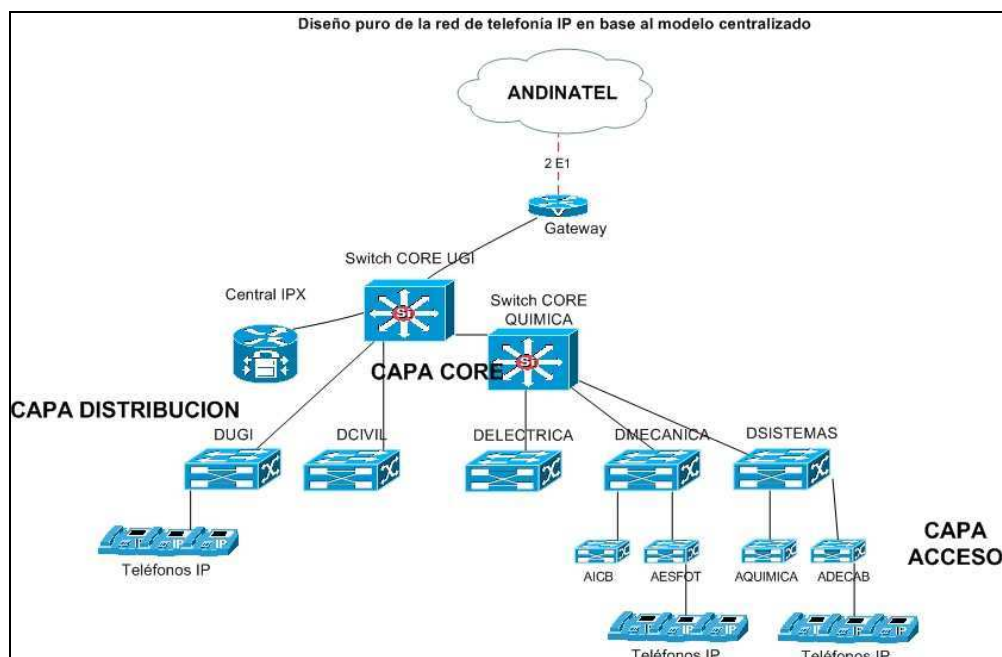
OPCION 3: Red de telefonía IP pura distribuida

En la figura 3.5 se muestra un diseño de red de telefonía IP puro distribuido. En este diseño no existe enlace con alguna central PBX, éste es netamente de telefonía IP. En este diseño solo inter actúan teléfonos IP y centrales IP.



OPCION 4: Red de telefonía IP pura centralizado

El diseño de telefonía IP puro centralizado se muestra en la figura 3.6. En este diseño se utiliza una central IP para atender a todos los usuarios del servicio telefónico.



Finalmente, para seleccionar la mejor alternativa de diseño, que satisface los requerimientos tanto de la POLIRED como de los usuarios del servicio telefónico, elaboramos una tabla que se especifica en la sección 3.4 del presente documento.

3.2 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

En la presente sección se analizan las opciones de diseños de redes de telefonía IP para la EPN. Para analizar estas opciones nos basamos en requerimientos de red, usuarios y aplicaciones analizadas en el capítulo anterior.

3.2.1 ANÁLISIS DE LOS DISEÑOS PROPUESTOS

Para el análisis de los diseños propuestos elaboramos la tabla 3.1. En esta tabla los cuadros marcados con SI, son características que cumplen cada uno de los diseños, mientras que los cuadros marcados con NO, indican que el diseño no cumple con una determinada características de las propuestas para la telefonía IP.

	Diseño de telefonía IP híbrido distribuido OPCION 1	Diseño de telefonía IP híbrido centralizado OPCION 2	Diseño de telefonía IP puro distribuido OPCION 3	Diseño de telefonía IP puro centralizado OPCION 4
Especificaciones AVVID				
Jerarquía	SI	SI	SI	SI
Modularidad	SI	SI	SI	SI
Cableado	NO	NO	NO	NO
Compatibilidad con el modelo OSI	SI	SI	SI	SI
Capa Aplicación	SI	SI	SI	SI
Capa de Presentación	SI	SI	SI	SI
Capa de Sesión	SI	SI	SI	SI
Capa de Transporte	SI	SI	SI	SI
Capa de Red	SI	SI	SI	SI
Capa de Enlace	SI	SI	SI	SI

Capa Física	SI	SI	SI	SI
Calidad de Servicio (QoS)	SI	SI	SI	SI
Resolución de latencia	SI	SI	SI	SI
Resolución de jitter	SI	SI	SI	SI
Resolución de eco	SI	SI	SI	SI
Resolución de retardos	SI	SI	SI	SI
RSVP	SI	SI	SI	SI
MPLS	SI	SI	SI	SI
DiffServ	SI	SI	SI	SI
SBM	SI	SI	SI	SI
Escalabilidad de la arquitectura	SI	SI	SI	SI
Escalabilidad	SI	SI	SI	SI
Costos de Arquitectura				
Costo	NO	SI	NO	NO
Aplicaciones para los usuarios del servicio				
Llamadas internas dentro de la EPN	SI	SI	SI	SI
Llamadas locales (Quito)	SI	SI	SI	SI
Llamadas a celular	SI	SI	SI	SI
Mensajería Unificada	SI	SI	SI	SI
Buzón de mensajes	SI	SI	SI	SI
Redireccionamiento de llamadas	SI	SI	SI	SI
Especificaciones de equipos				
Gateway (funcionalidad, seguridad)	SI	SI	SI	SI
Central IP (funcionalidad, seguridad)	SI	SI	SI	SI
Servidor de Mensajería Unificada (funcionalidad, seguridad)	SI	SI	SI	SI
Teléfonos IP (funcionalidad, seguridad)	SI	SI	SI	SI

Tabla 3.1: Diseño de telefonía IP Vs. Especificaciones de la POLIRED y usuarios del servicio

En la tabla 3.1, el diseño de telefonía IP híbrido centralizado es el diseño que cumple con las especificaciones requeridas excepto con el requerimiento de cableado. Ninguna de las opciones cumple con este requerimiento porque como analizamos anteriormente el cableado es desordenado hasta llegar al usuario final por lo que no depende del diseño garantizar telefonía IP en la POLIRED sino de la administración de la UGI y el adoptar y formalizar un plan

de crecimiento estratégico de la tecnología en la EPN y de ordenar el cableado en cada edificio hasta cada usuario.

Finalmente como el objetivo es diseñar una red de telefonía IP seleccionamos a la red híbrida centralizada. En primer lugar porque mantendremos la central PBX para garantizar el servicio a los usuarios que pertenecen a secciones mas desordenas en cuanto a cableado y equipos en la POLIRED y en segundo lugar porque resulta ser una opción compatible con la POLIRED y las mas económica en cuanto a infraestructura.

3.2.2 ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO

El diseño de telefonía IP seleccionado para la EPN es el diseño híbrido centralizado de telefonía IP. Este diseño posee los elementos mínimos para telefonía IP y adicionalmente el servidor de mensajería unificada que requieren los usuarios del servicio. Los elementos utilizados en el diseño son con base a las especificaciones de funcionalidad, seguridad de la POLIRED y de los usuarios mencionados anteriormente.

Para éste diseño hemos usado el gateway de voz que se conecta a Internet y Andinatel, con el fin de mantener la infraestructura anterior de telefonía de la EPN. El uso de 2 E1¹⁷ con base al análisis de tráfico de datos y de voz, realizado en la sección 2.4 del capítulo 2. La primera E1 se conecta a Andinatel desde el router y la segunda a la central telefónica de la EPN. Esta conexión permite las conexiones hacia llamadas Andinatel y las llamadas entre las centrales IP y PBX. Adicionalmente se conectan 3 bases celulares Movistar con planes abiertos existentes en la EPN por medio de interfaces FXO.

El diseño de telefonía IP se propone inicialmente para 200 usuarios. Este valor se obtiene del análisis de requerimientos de usuarios en la tabla 2.1 del capítulo 2 y además porque no podemos cambiar totalmente el sistema

¹⁷ E1: E1 es un formato europeo de transmisión digital, lleva datos en una tasa de 2,048 millones de bits por segundo y puede llevar 32 canales de 64 Kbps por cada uno.

telefónico mientras existan incompatibilidades entre equipos terminales y cableado que es el mas importante.

En el diseño hemos considerado el uso de una central IP. Esta central se encarga de dar tonos a los usuarios IP y establecer un circuito de llamada. El servidor de mensajería unificada permite a los usuarios manejar un solo casillero de voz y correo electrónico. Este requerimiento es con base a las encuestas realizadas en la sección 2.1 del capítulo 2.

Otro factor importante en el diseño de la telefonía IP es el plan de marcación. Este plan debe ser escalable para que permita el crecimiento del servicio. En ese sentido elaboramos el plan de marcación para EPN, basándonos en los principios básicos de planes de marcación y en el actual plan de marcación que posee la EPN.

Finalmente, el diseño propuesto de telefonía IP satisface la mayoría de los requerimientos que se han analizado a lo largo del análisis y la investigación desarrollada en éste documento.

3.2.3 PLAN DE MARCACIÓN

El plan de marcado es un sistema que permite a los usuarios llamarse unos a otros por medio de un número telefónico. En telefonía IP el plan de marcado es un sistema que permite a los usuarios establecer llamadas punto a punto y multipunto. Con éste antecedente elaboramos un plan de marcación para los usuarios de la EPN.

Los principales puntos a considerar en un plan de marcación son:

- 1.- Organizar la topología en forma jerárquica que facilite la ubicación de los puntos terminales.
- 2.- Asignar los números de extensión.

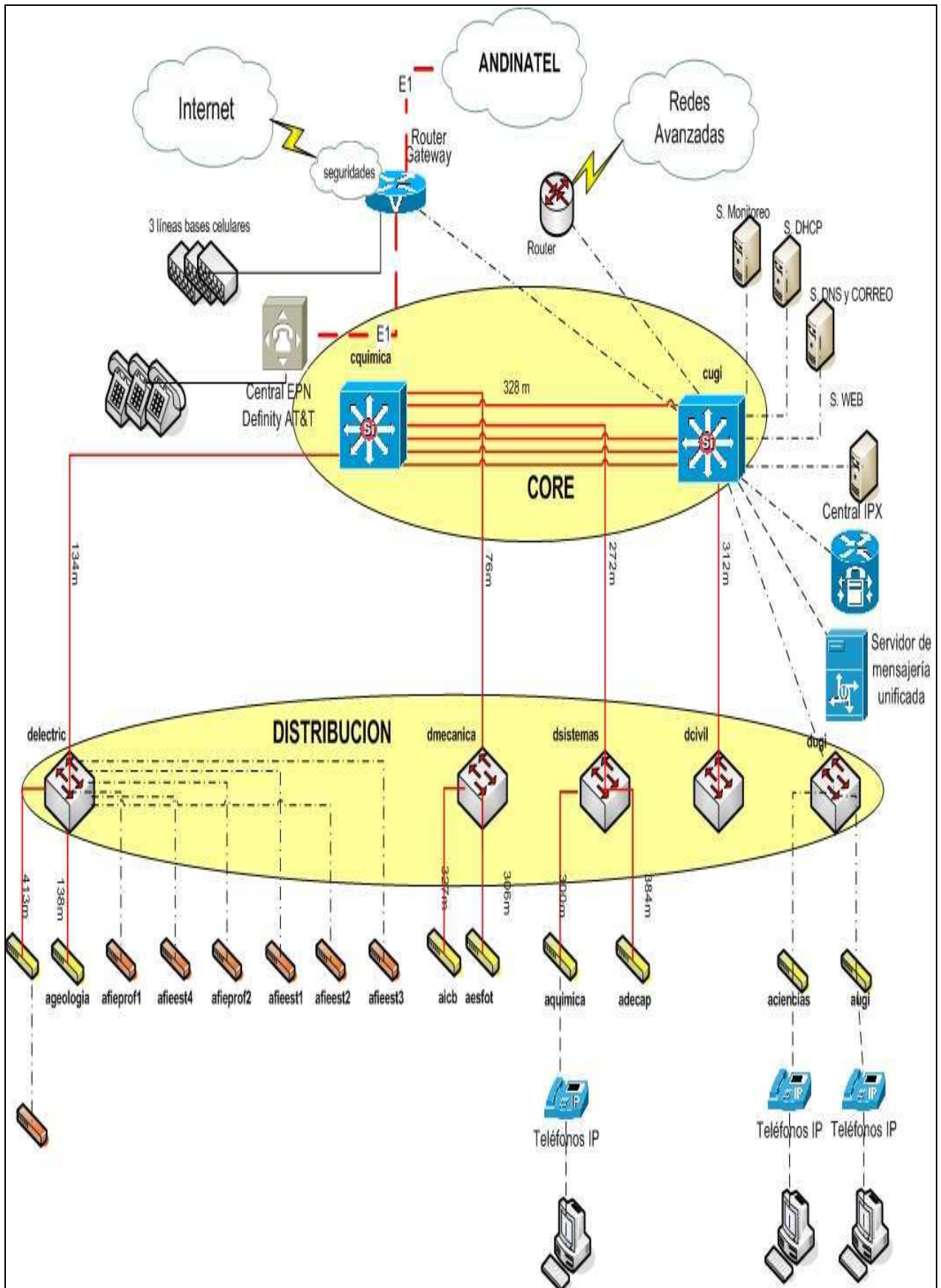


Figura 3.7: Propuesta del diseño de la red de telefonía IP para la EPN

3.- Configurar los gateways, para el soporte de los servicios.

4.- Asignar los prefijos necesarios para marcar en el interior de la red IP, así como marcar desde y hacia redes de telefonía convencional (PSTN)

El plan de marcado debe ser escalable. Si de inicia de una manera jerárquica se puede definir la red IP con un pequeño número de terminales y después crecer el plan de marcado conforme la red se expanda. Otro objetivo del plan de marcado es que cumpla con las necesidades tanto de pequeñas instalaciones como de grandes redes.

Para el plan de marcación se debe considerar tanto el tamaño de la red como el saber si las marcaciones serán internas, externas o ambas, la escalabilidad de la red, si se desea numeración tipo telefónica, creando un ambiente similar al generado por los PBX.

3.2.3.1 Consideraciones para el esquema de numeración

El siguiente punto es el esquema completo de numeración de las extensiones y los dispositivos. Para el EPN escogemos la numeración PSTN, por lo que asignamos los dígitos a cada terminal de forma similar a la actual.

Las opciones para la numeración son: número telefónico, como en los PSTN; dirección URL; dirección IP; nombre; dirección de correo electrónico; extensión numérica

Puesto que usaremos, la numeración tipo PSTN para la red de telefonía IP, para mantener el mismo esquema de numeración de actual y no causar conflicto en los usuarios, hacemos énfasis en este tipo de numeración

3.2.3.2 Numeración tipo PSTN

Implica que una vez que un usuario ha introducido un número de la terminal remota o el servicio que desea contactar no se debe preocupar por la ubicación de la terminal, siendo irrelevante si el destino es un IP o un PSTN.

Algunas ventajas de la numeración tipo PSTN son:

- a) Es compatible con los esquemas de numeración convencionales.
- b) Es compatible con sistemas ya existentes de facturación telefónica
- c) Se simplifica el registro y estadísticas de los servicios porque cada usuario está plenamente identificado.

3.2.3.3 Cantidad de dígitos para la numeración

El total de dígitos que debe tener un sistema telefónico o extensión debe tomar en cuenta el tamaño actual de la red y su crecimiento futuro, es decir, si la red no contiene más de 1000 extensiones y/o no se piensa tener contacto con más de 1000 sitios, como en el caso de la EPN, es aceptable que cada terminal posea un identificador de tres dígitos. Si la red crecerá a más de 1000 posibles puntos entonces deberá pensarse en 4 o 5 dígitos.

PREFIJOS: Los prefijos son caracteres o dígitos que se agregan a la cadena de marcado para solicitar un determinado servicio

SERVICIOS: Son los que se pueden dar a cada usuario y se solicitan por medio de un prefijo. Existen servicios globales y locales.

SERVICIOS GLOBALES: Están disponibles para todos los usuarios de la red. Se identifican por medio de un prefijo universal, como por ejemplo la asignación del prefijo 9 a los servicios que corresponden a un gateway. De esa forma todas las entidades en la red reconocen que una marcación que inicia con 9 debe dirigirse a un gateway para la marcación hacia la PSTN.

SERVICIOS LOCALES: Estos servicios, se ofrecen localmente, es decir, los prefijos pueden indicar diversos servicios en varias partes de la red, así pues, el prefijo 60 puede indicar una videoconferencia multipunto.

En conclusión, los usuarios que inicialmente tienen telefonía IP (200 usuarios de 410) pueden identificarse con un número propio para cada usuario dentro y fuera de la escuela, puesto que, se ha considerado el uso de E1, las mismas que poseen alrededor de 99 números y en la central IP existe la capacidad de configurar las extensiones, en el caso de la EPN, en esta central IP se configuran 120 extensiones, las cuales deben pasar por la troncal¹⁸ principal para recibir una llamada desde el exterior.

3.2.4 PLAN DE MARCACIÓN PARA LA EPN

En el caso de las llamadas que se realizan desde fuera de la institución hacia algún usuario de la EPN, se puede realizar marcando directamente el número asignado a dicho usuario, donde el número directo de la persona es 22697048.

LLAMADA DESDE FUERA	PREFIJO	EXTENSION
	2269	7048

En el caso de las llamadas que se realizan desde fuera de la institución hacia algún usuario de la EPN, usando el número de la troncal principal, se puede realizar marcando la troncal, es el 2269700, seguido de la extensión de la persona que se desea ubicar, que corresponde a los 4 dígitos finales del número asignado como directo: 7048.

LLAMADA DESDE FUERA USANDO LA TRONCAL	TRONCAL	EXTENSION
	22697000	7048

Para las llamadas internas, solo es necesario marcar la extensión de la persona a la que se llama.

LLAMADA INTERNA	EXTENSIÓN
-----------------	-----------

¹⁸ Troncal: Número telefónico principal

	7048
--	------

Para llamadas fuera de la institución, se mantiene el uso del dígito 9 antes del número al que se desea llamar.

LLAMADA LOCAL	PREFIJO	DIGITOS TELEFONICOS
	9	2442436

Para realizar llamadas a celular, se mantiene el esquema de las claves, pero como se puede notar se aumenta el prefijo 8, el mismo que indica que se realizará una llamada a celular.

LLAMADA A CELULAR	PREFIJO	CLAVE CELULAR	NUMERO CELULAR
	8	2845	099919094

Para realizar llamadas fuera del país, se antepone el prefijo 7.

LLAMADA INTERNACIONAL	A	PREFIJO	NUMERO
			001 281 635
		7	0175

Cabe indicar, que cada prefijo representa un servicio para la red telefónica IP, los mismos que son configurados de acuerdo al perfil del usuario en la central IP y el gateway de voz.

3.3 ANÁLISIS DE COSTOS

El objetivo de esta sección es realizar un análisis de costos de la propuesta de telefonía IP para la EPN. En este análisis solo se considera el análisis de la infraestructura física de la red de telefonía IP puesto que al querer realizar un análisis de costos de mantenimiento y capacitación no se tiene referencia alguna en la UGI de éste tipo de costos y no podemos mencionar valores específicos en cada caso, sin embargo consideramos los beneficios con telefonía IP y la reducción del costos actuales de telefonía de la EPN

Estos costos se analizan con el fin de justificar la inversión para telefonía IP en base a los beneficios que se obtienen con esta infraestructura.

3.3.1 COSTO DE INFRAESTRUCTURA

Para analizar el costo de la infraestructura de telefonía IP, hemos realizado el costeo aproximado de cada elemento que interviene en el diseño de la red. Estos elementos son gateway, central IP, servidor de mensajería unificada y 200 teléfonos IP.

El gateway de voz cumple con los requerimientos mínimos necesarios para telefonía IP y que han sido mencionados en los capítulos 2 y 3 y el valor del mismo es de USD 20.717,94.

GATEWAY DE VOZ			
3845 VSEC Bundle w/PVDM2-64,FL-CCME-240,Adv IPServ,128F/512D	1	12.259,09	\$ 12.259,09
Power Cord,110V	1	0,00	\$ 0,00
Cisco3845 redundant AC power supply	1	340,63	\$ 340,63
IP Communications High-Density Digital Voice NM with 1 T1/E1	1	2.176,59	\$ 2.176,59
1-Port RJ-48 Multiflex Trunk - E1	1	885,63	\$ 885,63
Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	2	545,00	\$ 1.090,00
Cisco 3845 ADVANCED IP SERVICES	1	0,00	\$ 0,00
Cisco 3845 AC power supplí	1	0,00	\$ 0,00
Device manager for routers	1	0,00	\$ 0,00
256 to 512MB DRAM (single DIMM) Factory upgrade for 3800	1	0,00	\$ 0,00
64 to 128 MB CF Factory Upgrade for Cisco 3800 Series	1	0,00	\$ 0,00
Cisco CallManager Express Feat License Up To 240 Phones	1	0,00	\$ 0,00
64-Channel Packet Voice/Fax DSP Module	1	0,00	\$ 0,00

(incluye)			
SNT 8X5X4 + SAU 3845 Voice Bundle	1	3.966,00	\$ 3.966,00
Total			\$ 20.717,94

En el caso de la central IP o call manager (cisco), ésta tiene un costo de 16.782,34. De igual forma, esta central IP, cumple con los requerimientos mínimos establecidos en los capítulos 2 y 3.

CALLMANAGER CISCO 200 USUARIOS			
		\$	
HW/SW CallMgr 5.1 7825-I2 Appliance, 0 Seats	1	4.768,75	\$ 4.768,75
Power Cord,110V	1	\$ 0,00	\$ 0,00
SMARTNET 8X5X4 CallMgr 5.1 7825-I2 Appliance, 0 Seats	1	\$ 1.117,00	\$ 1.117,00
		\$	
CallManager Device License - 200 units	1	6.812,50	\$ 6.812,50
SW Only, Unified CMgr 5.1 IBM X306M, 8849-G2Y or 7825-I2	1	\$ 4.084,09	\$ 4.084,09
Total			\$ 16.782,34

El servidor de mensajería unificada, tiene un costo de USD 25.143,25. Este servidor es un cisco al igual que los anteriores y tiene el nombre de Unity.

CISCO UNITY 200 USER DE MENSAJERIA UNIFICADA			
Unity Connection 1.x SW plus HW Bundle	1	\$ 0,00	\$ 0,00
Unity Connection 1.x Software	1	\$ 0,00	\$ 0,00
		\$	\$
Unity Connection, 200 users, 16 ports, 1 TTS	1	8.720,00	8.720,00
			\$
One IMAP Client Access user license	200	\$ 44,28	8.856,00
MCS-7825-I2 Rack; Unity Connection; 2GB; SATA RAID; Win2003 1 USD 9000.00 21 Days	1	\$ 6.131,25	\$ 6.131,25
SMARTNET 8X5X4 MCS7825I2 Rack Unity Conn	1	\$	\$

2GB SATA RAID		1.436,00	1.436,00
Total			\$ 25.143,25

En lo que respecta a los teléfonos, estos son caros porque son de reciente tecnología, y en estos teléfonos se considera las especificaciones en base a funcionalidad, disponibilidad, rendimiento y seguridad para seleccionar los apropiados para la infraestructura propuesta.

TELEFONOS 7911G			
Cisco IP Phone 7911G	200	\$ 153,28	\$ 30.656,25
IP Phone power transformer for the 7900 phone series	200	\$ 30,66	\$ 6.131,25
7900 Series Transformer Power Cord, China	200	\$ 6,81	\$ 1.362,50
Total			\$ 38.150,00

Adicionalmente, el costo de infraestructura se mide desde el espacio físico, consumo de energía, gastos que conllevan la instalación y mantenimiento del centro de cómputo.

El hecho de manipular una red y no dos reduce el costo de mantenimiento; además, en la parte de cableado, con telefonía IP se necesita un solo cable para que fluyan los servicios (voz, datos).

Finalmente, el costo total de los elementos necesarios para telefonía IP es de USD 100.793,53. Para justificar este costo de telefonía IP, hay que tomar en cuenta el hecho de que las comunicaciones tradicionales con centrales PBX, han decaído en los últimos 2 años 2004 – 2006 en un 5%, y mantienen esa tendencia. “El tráfico de voz basado en la conmutación tradicional, de los operadores Incumbentes está cayendo a una tasa anual del 5%, según lo demuestran los analistas internacionales y se ratifica al comparar el total cursado por Ecuador en el año 2005, frente al cursado en el 2004 (1.216

millones de minutos en el 2005 y 1.258 millones en el 2004). Esta tendencia es irreversible y obedece al hecho de que la tecnología de la telefonía IP es cada vez más madura e irrumpe con sus bajísimos precios, en especial en la modalidad de tráfico clandestino. Los operadores incumbentes deben acoger esta tecnología para contrarrestar el tráfico clandestino y evitar así la pérdida de ingresos por este concepto. En la medida que los operadores incumbentes acojan la tecnología y los países clarifiquen la normatividad alrededor de la telefonía IP, ésta ganará cada vez más posición de mercado.”¹⁹

3.3.2 COSTO DE CONSUMO TELEFÓNICO

El consumo telefónico en la EPN es de alrededor de 5000 dólares mensuales. El promedio es de 42 dólares por cada línea, sin los respectivos impuestos y base imponible, valor que varía de acuerdo al consumo de cada mes por líneas, éste consumo equivale a 120 líneas de andinatel que tiene EPN.

Haciendo una comparación con telefonía IP. La cantidad de líneas es de 90 y el costo mensual bajaría a 3800 dólares consumiendo por línea el mismo promedio, recordando que con telefonía IP tenemos la facilidad de limitar los minutos por líneas y de esta forma controlar el consumo por minutos.

PBX mensual	TELEFONIA IP mensual
USD 5000	USD 3800

Finalmente, con telefonía IP reducimos los costos en el consumo telefónico en 1200 dólares mensuales. Este costo pueden ser reinvertidos en la misma tecnología o simplemente el ahorro para la escuela. Podemos concluir que los costos para telefonía IP son inicialmente elevados al adquirir la tecnología pero considerando que la telefonía IP es una tecnología que está creciendo de forma acelerada desplazando a la telefonía tradicional, la EPN debe considerar la migración de su sistema telefónico al IP.

¹⁹ Libro Blanco de la Sociedad de la Información en Ecuador y CONATEL, 2006

3.3.3 BENEFICIOS QUE SE OBTINENE CON TELEFONÍA IP EN LA EPN

Los beneficios que se obtienen con telefonía IP son varios, entre los cuales destacamos para la EPN:

- Reducción de costos mensuales en las llamadas, puesto que se paga por menos líneas y el costo es diferente para el bloque seleccionado (E1)
- Optimización de los recursos de la POLIRED, porque no solo estamos obligando a que el personal de administración se actualice en tecnologías sino que estamos utilizando los equipos de la POLIRED en servicios que son útiles a los usuarios y no sub utilizarlos únicamente con internet y correo.
- Identificación directa para los usuarios de telefonía IP, porque cada usuario poseerá un número único que lo identifique intermente como externamente sin pasar para una troncal para digitar extensiones.
- Servicios adicionales de mensajería con voz explicados en el servidor de mensajería unificada.
- Escalabilidad en el servicio de telefonía IP a futuro con el uso del internet (llamadas por internet, llamadas desde fuera del país usando la central de la EPN, interconexión sin costo con sucursales, interconexión si costo son socios (CEDIA) que tengan telefonía IP)
- Fácil adaptación a la tecnología de telefonía IP y nuevas tendencias de voz cuando ésta desplacen a las comunicaciones tradicionales.

Estos beneficios que la EPN obtiene al tomar en cuenta la telefonía IP como alternativa para sus comunicaciones, permite no solamente coincidir con la visión institución de desarrollo tecnológico de la institución sino que también unirnos a las instituciones nacionales como la universidad San Francisco, ESPOL, entre otras e internacionales que ya se han unido a ésta tecnología para conseguir el desarrollo nacional.

Finalmente, se debe considerar otros factores para pensar en la migración a telefonía IP como es el costo inicial de la inversión con andinatel al cambiar de circuitos independientes a enlaces.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En éste capítulo desarrollamos las conclusiones y recomendaciones concernientes al presente proyecto de titulación de telefonía IP.

4.1 CONCLUSIONES

A nivel de acceso la EPN no cuenta con una infraestructura apta para ofrecer un buen servicio a los usuarios, tal es el caso de usuarios que ni siquiera pueden acceder a sus cuentas de correo o internet.

En la EPN no existe un órgano regulador que determine políticas de administración, seguridad y mejoramiento para la POLIRED y sus servicios, lo que ocasiona que los procedimientos que se ejecutan no sean programados sino que se solventen los requerimientos que se presenten en un determinado momento de forma inmediata.

En la UGI se han creado procedimientos en torno a las necesidades de los usuarios de la POLIRED y del servicio. Estos procedimientos carecen de una visión integral y técnica por lo que no se ha obtenido el mejoramiento en el área identificada como redes.

No existen seguridades físicas en la POLIRED. Esta inseguridad implica que la red sea vulnerable a los ataques internos y externos en sus servidores y no es posible identificar al atacante.

Los equipos de algunos usuarios finales no son capaces de soportar telefonía IP por software porque las características de los mismos están obsoletas.

Todos los equipos a niveles superiores (core, distribución) soportan telefonía IP, pero esto no garantiza que el servicio como se presenta actualmente sea confiable y seguro.

Los usuarios no tienen conocimiento en el uso de las tecnologías lo que dificulta el cambio a nueva tecnología sin una previa capacitación y entendimiento del servicio.

El sistema de marcación telefónico de la EPN es cerrado. Este sistema necesita claves para determinadas comunicaciones. Conforme al análisis realizado las autoridades no quieren cambiar este esquema, pero los usuarios si desean esa facilidad.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer un órgano que permita crear políticas de seguridad, procedimientos, reglas de uso, mantenimiento y administración de los recursos informáticos de la EPN, para tener identificadas en forma precisa las funciones de la UGI.

Se debe impulsar el crecimiento de la UGI con ente para cumplir con los objetivos institucionales dándole facilidades en hardware, software, personal y capacitación. Sabemos que con un buen servicio en la red incrementamos la productividad de los profesores, investigadores, estudiantes y administrativos, además de garantizar servicios como el de telefonía IP.

La EPN debe considerar el hecho de migrar a telefonía IP cuando tenga todas las garantías de hardware y físicas como cableado para hacerlo, puesto que ésta tecnología está creciendo considerablemente y en poco tiempo los sistemas tradicionales de telefonía van a desaparecer, además de que los costos se reducen en forma considerable.

Se debe poner en marcha el proyecto de seguridades en el que actualmente se trabaja para la POLIRED y que ha estado estancado varios años, de tal forma que su tecnología provea prestaciones para una administración orientada hacia una alta calidad de servicio y seguridad.

Se deben implantar para la POLIRED y sus servicios las políticas, normas y procedimientos para la adquisición de equipos activos y computadoras conforme a un plan de crecimiento tecnológico y que se renueve cada determinado tiempo (pe. 3 años)

La Escuela Politécnica Nacional debe cambiar y ordenar su cableado desde el nivel de acceso hacia el usuario para poder implantar telefonía IP y garantizar de esta forma todos los servicios.

Se debe organizar un plan de implantación por etapas para llegar a telefonía IP. Con un plan podemos migrar inicialmente a los usuarios que son posible cambiarlos e ir cambiando la infraestructura conforme crece la demanda del servicio. Con este plan no afectamos el servicio y reducimos los costos totales implementando el servicio poco a poco.

Es necesario que las autoridades determinen los objetivos que esperan de la red para que proyectos como telefonía IP puedan ser implementados en la práctica.

Se recomienda usar para la telefonía IP de la EPN y por compatibilidad la tecnología Cisco, porque la infraestructura de la POLIRED en su totalidad es Cisco.

Se debe realizar un plan de capacitación masivo que incentive al usuario al uso de las tecnologías como computadoras, internet, telefonía IP, video conferencia, para que el impacto de los usuarios a los futuros cambios se reduzca.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] IP TELEPHONY UNVEILED, IP Telephony Unveiled [2004].chm, Kevin Brown, Cisco Press, January 16, 2004
- [2] THE ROAD TO IP TELEPHONY: HOW CISCO SYSTEMS MIGRATED FROM PBX TO IP TELEPHONY, The Road to IP Telephony [2004].chm, Stephanie L. Carhee, Cisco Press, June 28, 2004
- [3] COMPUTER TELEPHONY DEMYSTIFIED - Putting CTI, Media Services, and IP Telephony to Work (Computer Telephony Demystified.pdf), Michael Bayer, New York McGraw-Hill Professional, 2000
- [4] Network Convergence and Voice over IP ([ebook] - Computers - Networking - VoIP & Network Convergence.pdf), Debashish Mitra, Tata Consultancy Services, March 2001
- [5] VoIP Service Quality - Measuring and Evaluating Packet-Switched Voice, William C. Hardy, McGraw-Hill, 2003
- [6] Implementing Voice Over IP (VoIP - Implementing Voice over IP.pdf), Bhumip Khasnabish, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey 2003
- [7] Voice Over IP : Protocols and Standards (http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/voip_protocols/index.html), Rakesh Arora, July 2000
- [8] VoIP Networking Design (VoIP Network Designed.pdf), Tim Danford, Cisco Systems
- [9] Understanding Voice over IP Protocols (Understanding VoIP Protocols.pdf), Cisco Systems—Service Provider Solutions Engineering, February 2002
- [10] Cisco AVVID Network Infrastructure IP Multicast Design Solutions Reference Network Design, March, 2003
- [11] Voice over IP second edition, Michael E. Flannagan, Jason Sinclair, Syngress Publishing, 2002
- [12] Cisco IP Telephony Network Design Guide - Cisco CallManager Release 3.0(5), Cisco Systems Inc, 2001

- [13] Proyecto Rediseño de la POLIRED, Unidad de Gestión de Información EPN, marzo 2005
- [14] Comunicaciones IP, Soluciones para comunicaciones integradas de video, datos y voz, Pablo S. Marrone, Expocomm Argentina Septiembre 2005, Cisco System.