

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA MIGRACIÓN DE LA
ACTUAL RED DE TELEFONÍA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN)
HACIA UNA RED DE PRÓXIMA GENERACIÓN (NGN) PARA
ANDINATEL S.A. - QUITO UTILIZANDO EQUIPO ALCATEL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

CRISTIAN LUIS CEPEDA APUNTE

DIRECTORA: ING. MARÍA SOLEDAD JIMÉNEZ

Quito, Octubre de 2004

DECLARACIÓN

Yo, Cristian Luis Cepeda Apunte, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Cristian Luis Cepeda Apunte

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristian Luis Cepeda Apunte, bajo mi supervisión.



Ing. María Soledad Jiménez

DIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi directora de Proyecto de Titulación, destacada maestra, Ing. María Soledad Jiménez por su ayuda, paciencia y acertada dirección, factores determinantes en la elaboración de este trabajo.

A la Escuela Politécnica Nacional, por su noble labor educativa para formar profesionales competitivos por el bien de la sociedad y del país.

A Ing. Gonzalo Arias, Ing. Abdón Bonilla e Ing. Germán Céleri, por su desinteresada colaboración en el desarrollo del presente proyecto.

A toda mi familia y amigos por haberme brindado su ayuda incondicional durante toda mi vida y en especial en mi etapa universitaria.

DEDICATORIA

A Dios por su amor fiel y constante durante toda mi vida; a mi madre por su amor incondicional, ejemplo de lucha, constancia y de ser humano, quién ha forjado en mí un espíritu de trabajo y perseverancia, y, a mi enamorada por su fiel apoyo durante toda mi carrera universitaria.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	XII
PRESENTACIÓN	XIII
CAPÍTULO 1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TELEFONÍA PÚBLICA CONMUTADA (PSTN).	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Centrales Telefónicas	1
1.2.1 Elementos de una Central	2
1.2.1.1 Unidad de Conexión	3
1.2.1.2 Unidades de Control	5
1.2.1.3 Circuitos Terminales de Red	6
1.2.1.4 Enlaces entre Centrales	8
1.2.1.5 Receptores y Emisores de Señales	9
1.2.2 Centrales Telefónicas y sus clases	9
1.2.2.1 Central Local	10
1.2.2.2 Central Tándem	10
1.2.2.3 Centrales de Tránsito	11
1.2.2.4 Centrales Privadas	13
1.2.2.4.1 Conexión a la Red Pública	13
1.2.2.4.2 Facilidades adicionales	14
1.3 Tipos de Topología de Red Telefónica	16
1.3.1 Red tipo Malla	16
1.3.2 Red tipo Estrella	17
1.3.3 Red combinada Estrella - Malla	17
1.4 Manejo de la Voz	18
1.4.1 Digitalización de la voz	18
1.4.2 Multiplexación por División de Tiempo (TDM)	20
1.5 Numeración	22

1.5.1	Composición de un número telefónico	22
1.5.2	Tipos y capacidad de un plan de numeración	24
1.6	Señalización Telefónica	24
1.6.1	Señalización de Línea de Abonado	26
1.6.2	Señalización Intercentral	27
1.7	Sistema de Señalización N°7 (SS7)	27
1.7.1	Arquitectura de Red SS7	28
1.7.1.1	Puntos de Conmutación de Servicios (SSP)	29
1.7.1.2	Puntos de Transferencia de Señalización (STP)	30
1.7.1.3	Puntos de Control de Servicio (SCP)	31
1.7.1.4	Enlaces de Datos	31
1.8	Situación actual de la Red de Telefonía de Andinatel	33
1.9	Servicios que presta Andinatel a través de la PSTN	43
1.9.1	Servicios Telefónicos	43
1.9.1.1	Servicios Suplementarios	44
1.9.1.2	Servicios Especiales	46
1.9.1.3	Servicios de <i>VoiceMail</i>	47
1.9.1.4	Servicios por operadora	48
1.9.2	Servicios Empresariales	49
1.9.2.1	Servicios Empresariales varios	49
1.9.2.2	Servicios de Transmisión de Datos	50
1.9.2.3	Plataforma Inteligente	51
1.9.2.4	Red Digital de Servicios Integrados	54
1.9.3	Servicio al Cliente	56
1.9.4	Nuevo Servicio	57
CAPÍTULO 2. RED DE NUEVA GENERACIÓN (NGN)		58
2.1	Generalidades	58
2.2	Conmutación de Paquetes	60
2.3	Funcionamiento de la voz sobre redes basadas en paquetes	61
2.3.1	Principios del transporte Paquetizado de las llamadas telefónicas	62

2.3.1.1	Codificación y Paquetización	63
2.3.1.2	Transporte	64
2.3.1.3	Decodificación y eliminación de Jitter	65
2.4	Red de Próxima Generación	66
2.5	Convergencia de Servicios	70
2.6	Arquitectura de la Red NGN	71
2.6.1	Controlador de Pasarela de Medios (MGC)	77
2.6.2	Multimedia NGN	79
2.7	Protocolos de Red y Plan de Numeración	80
2.8	Protocolos de Control utilizados en NGN	81
2.8.1	Protocolo H.323	81
2.8.2	Protocolo MGCP	84
2.8.2.1	Establecimiento de una llamada con MGCP	87
2.8.2.2	Liberación de una llamada con MGCP	89
2.8.3	Protocolo H.248/MEGACO	90
2.8.4	Protocolo SIP	92
2.8.4.1	Operación de SIP	94
2.8.4.2	Estructura de la cabecera del protocolo SIP	95
2.8.4.3	Entorno de Creación de Servicio (SCE)	99
2.8.5	Protocolo SDP	101
2.8.6	Protocolo SAP	101
2.8.7	Protocolo UDP	102
2.8.8	Protocolo SCTP	102
2.8.9	Protocolo BICC	103
2.8.9.1	ISN (<i>Interface Serving Node</i>)	105
2.8.9.2	CMN (<i>Call Mediation Node</i>)	106
2.8.10	Protocolo RTP/RTCP	106
2.9	NGN vs. PSTN	107
2.10	Calidad de Servicio en NGN	109
2.10.1	Jerarquización de tráfico	110
2.10.2	DiffServ	112
2.10.3	Acuerdos de Nivelación de Servicio	113
2.11	Seguridad en una NGN	115

2.11.1 Exigencias de Seguridad	117
2.11.2 Amenazas en la NGN	117
2.11.3 Técnicas de Seguridad	120
2.11.4 Protocolo IPSec	124
2.12 Gestión de la Red NGN	126

CAPÍTULO 3. REDISEÑO DE LAS CENTRALES DE IÑAQUITO Y QUITO CENTRO

131

3.1 Migración de la Red de Telefonía	131
3.2 Recomendación de la Capa de Transporte Común.	133
3.3 Plan de Migración hacia NGN	136
3.3.1 PASO 0: PSTN para Voz y acceso Internet	137
3.3.2 PASO 1: Migración en centrales Clase 4	138
3.3.2.1 Introducción de una función MGC	140
3.3.2.2 Introducción de un <i>Softswitch</i>	145
3.3.2.2.1 Aplicación <i>Offload</i> IP del <i>Softswitch</i> 5020	150
3.3.2.2.2 Telefonía IP con el <i>Softswitch</i> 5020	152
3.3.2.2.3 <i>Bypass</i> de Larga Distancia con el <i>Softswitch</i> 5020	154
3.3.2.3 Gestión CMC A1300/NMC A5795	155
3.3.2.4 Proceso final en la migración de las centrales de Clase 4	157
3.3.3 PASO 2: Encaminamiento de Voz sobre Paquetes	158
3.3.3.1 Pasarela de Encaminamiento (TGW) 7510 de Alcatel	159
3.3.3.2 Pasarela de Encaminamiento (TGW) 7505 de Alcatel	161
3.3.4 PASO 3: Acceso de Voz sobre Paquetes	164
3.3.4.1 Pasarelas Residenciales (RGW) en la Red de Acceso	165
3.3.4.2 Pasarelas de Acceso con el DSLAM	166
3.3.4.3 Pasarelas de Acceso Distribuido	168
3.3.4.4 Introducción de Multimedia y Telefonía IP	171
3.3.4.4.1 Aplicaciones Multimedia	172
3.3.4.4.2 Telefonía IP	174
3.3.5 PASO 4: Migración completa a NGN	177

3.3.5.1	Reemplazo de equipos antiguos	177
3.3.5.2	Migración a toda la Señalización IP	178
3.4	Análisis de Mercado	180
3.5	Análisis de la Demanda	186
3.6	Análisis del crecimiento de abonados para las redes PSTN y NGN	188
3.6.1	Análisis poblacional	188
3.6.2	Proyección de la densidad telefónica	190
3.6.3	Análisis de abonados para la red NGN	192
3.6.4	Proyección del número de abonados	194
3.6.5	Proyección del tráfico Internet	197
3.6.6	Proyección de la matriz de tráfico	198
3.7	Dimensionamiento en la Central Quito Centro	204
3.7.1	Alcatel <i>Softswitch</i> 5020	207
3.7.2	Alcatel 7510 TGW	211
3.7.3	Alcatel 5795 NMC y 1300 CMC <i>Smart</i>	213
3.7.4	SIPVIEW IVR	214
3.7.5	Costos de los equipos para Quito Centro	215
3.8	Dimensionamiento en la Central Iñaquito	217
3.8.1	Alcatel Litespan 1540	218
3.8.2	Costos de los equipos para la Central de Iñaquito	222
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		225
4.1	Conclusiones	225
4.2	Recomendaciones	227
- BIBLIOGRAFÍA		229
- ANEXOS		234
ANEXO A. Conceptos Básicos de Telefonía		234
ANEXO B. Detalles Técnicos de la Centrales instaladas en Iñaquito		

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo el Rediseño de las Centrales de Quito Centro e Iñaquito en la ciudad de Quito para poder realizar la migración desde la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) a la Red de Próxima Generación (NGN) para poder brindar a los usuarios los denominados servicios *triple/play*, es decir, servicios de voz, datos y video bajo una misma red de transporte utilizando el protocolo IP.

Para cumplir este objetivo, en el Primer Capítulo, se ha realizado un análisis teórico breve de la Red de Telefonía Pública Conmutada y de la situación actual de la red de Andinatel y de los servicios que esta empresa ofrece a los usuarios.

En el Segundo Capítulo, se realiza un estudio del comportamiento de la voz sobre redes basadas en paquetes, así como también un análisis más detallado de la Red de Próxima Generación abarcando sus elementos dentro de la red, sus protocolos de red y de control, su arquitectura, así como también de sus exigencias en cuanto a seguridades y gestión de la red.

En el Tercer Capítulo, se realiza un estudio general de los pasos generales que se recomiendan seguir a Andinatel para la migración a la Red de Próxima Generación; y en base a estudios de mercado, demanda y de proyecciones de la matriz de tráfico, se considera el dimensionamiento para un período de 10 años para las centrales de Quito Centro e Iñaquito, centrales escogidas por su diversidad y capacidad de abonados, con equipos del fabricante Alcatel, también escogido por el autor del presente proyecto por su conocimiento de los equipos del fabricante.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

PRESENTACIÓN

Las telecomunicaciones en la actualidad, se han desarrollado rápidamente y su penetración hacia el usuario final ha avanzado de manera ascendente en el Ecuador. Es así, que ahora ya no sólo se puede contar con la telefonía fija en cada uno de los hogares, sino también con la telefonía móvil y con servicios de datos y video.

Por este motivo, es necesario contar con una red de telecomunicaciones moderna que pueda brindar servicios interesantes para el usuario final. La propuesta de migración de la Red de Telefonía Pública Conmutada hacia la Red de Próxima Generación permite alcanzar estos objetivos, manejando sobre una misma red, servicios de voz, datos y video, utilizando también, una red de transporte y equipos que reducen los gastos de operación y mantenimiento de la red.

Por el grado de desarrollo económico que tiene el Ecuador cabe destacar, que el presente proyecto brinda una alternativa de solución que permite obtener una interoperabilidad entre la Red de Telefonía Pública Conmutada y la Red de Próxima Generación importante en el proceso de migración, ya que la densidad telefónica en este país no es muy alta y van a existir rincones donde sea necesario solamente llegar con servicios de voz y en el mejor de los casos con servicios de datos como Internet.

El estudio realizado en este proyecto, muestra una idea general de cómo realizar la migración de la red utilizando equipos Alcatel, y de manera directa indica el proceso de migración dentro de la ciudad de Quito para las centrales de Quito Centro e Iñaquito; centrales importantes dentro de la red de Andinatel por el manejo de tráfico internacional y nacional, por el nivel de usuarios que manejan las centrales debido a que se encuentran ubicadas dentro del sector financiero y económico de la ciudad, y que por ende, necesitan de servicios *triple/play* para su diario desenvolvimiento.

Por lo expuesto, el dimensionamiento realizado en estas dos centrales, servirá de base para el rediseño de las siguientes centrales en la ciudad de Quito que requieran servicios de avanzada tecnología y que puedan tener un grado de penetración significativo hacia el usuario final.

1.1 GENERALIDADES.

La conmutación fue originada en las redes telefónicas públicas. La transmisión de voz y datos usa los servicios de conmutación de canales (circuitos). La conmutación de canales es una tecnología ideal para tráfico que requiere de un ancho de banda constante. La característica es que el ancho de banda es asignado mientras dure la transmisión de datos.

En la conmutación de canales, una entrada se conecta directamente con una de las salidas del conmutador mediante un canal dedicado al interior de un conmutador.

Una propiedad importante de la conmutación de canales es que una entidad fuente establece primero la conexión con el destino: para este propósito la dirección destino es transmitida desde el usuario hasta el conmutador más próximo y éste conecta con el siguiente hasta establecer una conexión directa denominada de extremo-a-extremo. Una señal de llamada a establecimiento de conexión es enviada hasta que el receptor la reciba y confirme que la conexión fue establecida, o que rechace, cuando el canal está ocupado.

1.2 CENTRALES TELEFÓNICAS [9].

Un conmutador permite construir una red tipo estrella donde todos los abonados se conectan a él y este equipo conmuta, es decir, interconecta un abonado con otro. Los conmutadores automáticos de gran capacidad de abonados asociados a otros dispositivos forman las llamadas centrales telefónicas.

En el Ecuador se puede observar el desarrollo cronológico de las centrales telefónicas, como lo muestra la siguiente tabla.

FABRICANTE	DENOMINACIÓN	TIPOS DE CONMUTADOR	TECNOLOGÍA	CAPACIDAD ABONADOS
Ericsson	AGF	Selector rotativo de 500 Ab.	Electromecánica	10 000
Ericsson	ARF	Selector crossbar de 200 Ab.	Electromecánica	10 000
Siemens	CPR	Matriz de conexión con diodos.	Semielectrónico	4 000
NEC	NEAX61	Temporal-Espacial-Temporal	Digital	100 000
Ericsson	AXE	Temporal-Espacial-Temporal	Digital	200 000
Siemens	EWSD	Temporal-Espacial-Temporal	Digital	250 000
Alcatel	E 10	Temporal	Digital	200 000

Tabla 1.1 Tipos de Centrales Telefónicas existentes en el Ecuador [9].

Como se observa en el cuadro, el desarrollo tecnológico se inicia, con los conmutadores de selectores rotativos que son totalmente electromecánicos basados en circuitos de relés y pasa por una tecnología semielectrónica o electrónica que ya integra dispositivos semiconductores empleando la denominada lógica cableada para realizar funciones de control. Los conmutadores digitales emplean circuitos integrados de alta densidad de integración y para el control se utiliza Control por Programas Almacenados en memoria (SPC o *Stored Program Control*), es decir, el empleo de *software* convirtiéndose una central telefónica en algo muy similar a un computador pero dedicado a una tarea específica.

1.2.1 ELEMENTOS DE UNA CENTRAL.

Una central se compone fundamentalmente de una red de conexión y de una unidad de control. La primera, efectúa la conmutación entre las líneas a las que sirve la central. La función de la unidad de control en la red de conexión es, con la información recibida de las llamadas, establecer y desconectar los enlaces

requeridos para realizar dichas llamadas. Esta parte del sistema no obstante realiza también ciertas tareas administrativas como son estadísticas de tráfico, información de averías, etc.

Finalmente, la central dispone de los circuitos que se constituyen en la interfaz con el mundo exterior, en el extremo de la red se tiene los circuitos de línea a los cuales se conectan los abonados, y por el otro, los circuitos de enlaces con otras centrales y los circuitos emisores y receptores de tonos y señalización denominados CTR (Circuitos Terminales de Red).

1.2.1.1 Unidad de Conexión.

Se puede clasificar en dos tipos de sistemas para la unidad de conexión especificados a continuación:

- Sistemas de conmutación espacial
- Sistemas de conmutación temporal.

a) *Sistemas de conmutación espacial.*

La conmutación espacial es aquella que establece un camino único, directo y permanente asociado a cada conexión, de forma que cada comunicación establecida a través de la central ocupa, en el tiempo de su duración, un intervalo separado de los otros en el espacio.

Este tipo de conmutación es la que se ha utilizado en todos los sistemas electromecánicos, implica una relación biunívoca entre el camino y la conexión.

Según la tecnología empleada se puede encontrar dos tipos de sistemas:

- *Electromecánica*; consiste de una configuración de contactos mecánicos, por medio de los cuales se establecen las vías de comunicación.

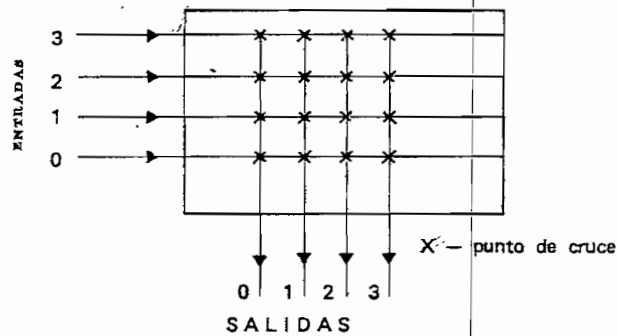


Figura 1.1 Matriz de conexión 4 x 4. [9]

- *Electrónica*; en este caso, los puntos de cruces para establecer las vías de comunicación, son implementados con dispositivos de estado sólido como diodos, transistores o circuitos integrados de compuertas.

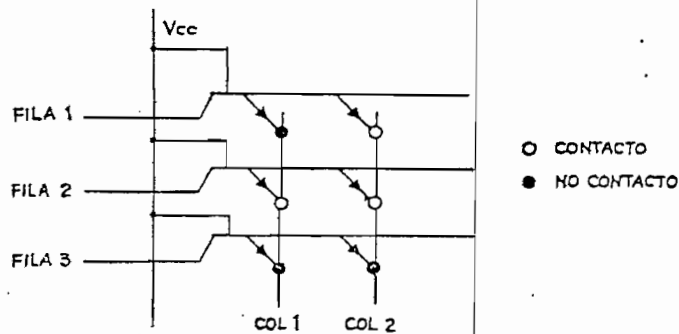


Figura 1.2 Matriz de diodos. [9]

b) Sistemas de conmutación temporal.

La conmutación temporal es aquella en la que un mismo camino físico es utilizado, por división en el tiempo, a la vez por varias comunicaciones.

La conmutación temporal nace con la aplicación de múltiplex por división en el tiempo a la red de conexión.

La conmutación temporal tiene la misión de llevar una muestra que se presenta sobre una línea multiplex entrante a un canal temporal determinado de

una línea multiplex saliente. Esta muestra representa la palabra PCM de una señal de voz.

Un conmutador temporal permite conmutar un canal entrante con otro saliente. Para realizar esta operación, se precisan dos tipos de memorias: memorias tampón (las palabras de información se guardan formando una pila o *stack*) para almacenar la información entrante, y, memorias de control para encaminar dicha información hacia la salida.

1.2.1.2 Unidades de Control.

La función de la unidad de control es establecer y liberar, de acuerdo con las necesidades de los abonados, los caminos en la red de conexión. Esta unidad se encarga igualmente, del control de llamadas, de alarmas, localización de averías, medidas de tráfico, operación y mantenimiento, etc.

De acuerdo al desarrollo de la tecnología aparecieron tres tipos de control:

- Lógica cableada.
- Programa cableado.
- Programa almacenado.

El sistema de lógica cableada se lo usó en centrales de baja capacidad de las áreas rurales, utilizaban circuitos electrónicos con interconexión física de múltiples señales. El programa cableado es un conjunto de instrucciones incorporadas en un modelo de conexiones físicas fijas entre un grupo de elementos. Sin embargo, estos dos tipos de control ya no se los utiliza en la actualidad.

Una unidad de Control por Programa Almacenado, está formada por procesadores y memorias que controlan los circuitos telefónicos y la red de conexión para la realización de las diversas funciones telefónicas que

básicamente son la supervisión de circuitos, conexión de circuitos y supervisión de conexiones.

Los elementos básicos del control SPC son: la memoria, el procesador, y, órganos de entrada/salida; en otras palabras un computador.

1.2.1.3 Circuitos Terminales de Red.

Bajo esta denominación, se conoce a un conjunto de circuitos conectados a los puntos terminales de la red de conexión cuya tarea consiste en conectarse con el mundo exterior de la central. Los Circuitos Terminales de Red (CTR) detectan y envían las señales eléctricas procedentes o con destino al exterior de la central, estableciéndose así el intercambio de señales que servirán para hacer posible una conexión entre dos abonados cualesquiera a través de una o varias centrales.

A los CTR se han incorporado microprocesadores o procesadores que controlan estos dispositivos haciéndolos más inteligentes y evitando carga a la unidad de control que de todas maneras supervisa su funcionamiento.

Debido a la diversidad de funciones, señales y procedimientos de trabajo de los CTR, éstos se pueden clasificar de diversas formas. Atendiendo a la fase de conexión en la que intervienen, se clasifican en:

- 1) CTR que intervienen únicamente durante la fase de intercambio de señales (señalización) quedando después libres. Ellos son:
 - Receptores de dígitos (de disco o teclado).
 - Emisores/receptores de señales que provienen de otras centrales.
 - Emisores de tono como: tono de marcar, ocupado, tono de llamada, etc.
 - Circuitos de línea de abonado.

2) CTR que intervienen durante la fase de conversación, están por tanto ocupados durante todo el tiempo que hablan los abonados y son:

- Enlaces de llegada para llamadas entrantes (originadas en otras centrales).
- Enlaces de salida para llamadas con destino a otras centrales (salientes).
- Enlaces bidireccionales que funcionan como enlaces de entrada o de salida indistintamente.
- Enlaces internos (locales) para llamadas entre dos abonados de una misma central.
- Circuitos de servicios especiales como por ejemplo: el circuito de conferencia múltiple.

Circuito de Línea de Abonado.

Este CTR (Circuito Terminal de Red) tiene como función principal detectar la solicitud de una llamada desde un abonado, se conecta por un lado a la línea de abonado y por el otro a la entrada de la red de conexión.

Cada abonado de una central tiene su circuito de línea y por lo tanto este CTR es el más numeroso en la central.

Además de la detección de apertura y cierre del bucle de abonado el circuito de línea puede utilizarse para enviar ciertos tonos y la alimentación del abonado.

En los sistemas de conmutación electrónica, éste cumple además otras funciones dado que por los puntos de cruce de la matriz de conexión, no se puede enviar alimentación al abonado, inversión de polaridad o timbre.

Este CTR resulta ser el más importante desde el punto de vista económico y la manera cómo se lo implemente dependerá el tamaño físico y el consumo de energía de una central telefónica.

1.2.1.4 Enlaces entre centrales.

Se diferencian dos tipos de enlaces: Analógicos y Digitales. Los enlaces analógicos detectan y envían señales de línea dependiendo del sistema de señalización que se use puede que los hilos de señalización sean los mismos que de conversación.

En el caso de los enlaces dedicados a señalización que emplean los hilos E^1 y M^2 , su configuración simplificada se muestra en la siguiente figura.

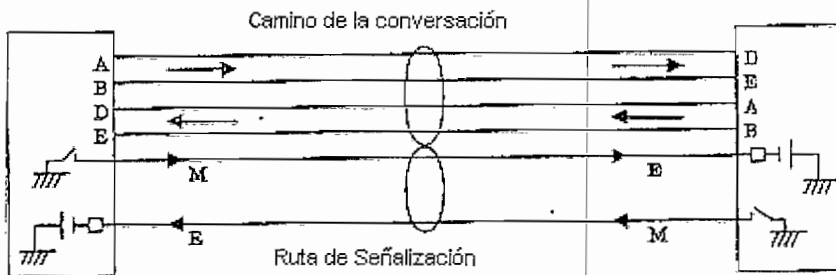


Figura 1.3 Enlaces analógicos tipo E y M. [9]

Como se observa existen 6 hilos: dos para la señal de voz a transmitirse, dos para la recepción y dos para los hilos E y M.

Durante la fase de señalización las señales se reciben por medio de la presencia o ausencia de un potencial de tierra en el hilo E y se transmiten por el hilo M.

Cuando se realiza la interconexión con otro sistema de transmisión o conmutación los hilos E y M se conectan invertidos es decir M1 con E2 y M2 con E1.

¹ **E:** E viene de la palabra inglesa "ear" (oído) que significa recepción. La terminal E es el conductor de recepción de señal que refleja la situación del extremo lejano de la troncal.

² **M:** M viene de la palabra inglesa "mouth" (boca) que significa transmisión. La terminal M transmite el estado del extremo cercano de la troncal.

Con la introducción de los sistemas MIC en la red de interconexión de las centrales telefónicas, se habla de enlaces digitales MIC capaces de transportar 30 canales de voz y 2 de señalización digital; y, entonces estos enlaces deben extraer la información de señalización contenida en el intervalo de tiempo 16 del MIC y comunicárselo a la unidad de control. En este caso el circuito de enlace tendrá 4 hilos: 2 transmisión (Tx) + 2 recepción (Rx) (Cable MIC) o 2 cables coaxiales: 1 Tx + 1 Rx. (Similar al anterior cuando se interconecta a otro sistema, se invierte Tx con Rx).

En los sistemas modernos, las centrales telefónicas tienen este tipo de enlace MIC y cuando se requieren los enlaces E y M se utilizan sistemas de transmisión que a través de los demultiplexores convierten la señal MIC a 30 canales analógicos individuales de voz y circuitos de señalización E y M (utilizan convertidores de señalización).

1.2.1.5 Receptores y Emisores de Señales.

Están especializados en los sistemas de señalización que se van a utilizar y su número depende del tráfico esperado.

Actualmente los tonos y frecuencias (excepto la señal de timbre) se encuentran digitalizados y almacenados en memorias ROM, de tal manera que pueden ser enviados directamente por la red de conexión hasta el circuito de línea de abonado (al pasar por el CODEC se reconstruirá la señal analógica al abonado).

1.2.2 CENTRALES TELEFÓNICAS Y SUS CLASES.

Las centrales telefónicas constituyen el corazón de una red telefónica, bajo ese concepto se denominan centrales telefónicas públicas a aquellas que constituyen la red telefónica pública diferenciándose de las centralitas dedicadas a pequeñas redes de empresas, hoteles u otros negocios que se denomina centrales privadas.

Por lo anotado una central telefónica pública debe estar diseñada para manejar un gran número de líneas de abonado y por consiguiente una gran cantidad de tráfico.

Dependiendo de su ubicación dentro de una red pública de telefonía y las funciones que cumplan las centrales telefónicas públicas pueden ser locales, tándem o tránsitos.

1.2.2.1 Central Local.

Una central local es aquella a la que se conectan los abonados de su respectiva área de central o zona local.

El área de central es la zona que abarca la central telefónica, limitada por la distancia a la que pueden conectarse los abonados, la cual depende de las características eléctricas del cable telefónico y la atenuación permisible especificada.

Para las centrales digitales se especifica adicionalmente una resistencia de bucle de abonado de 1800 Ω máximo, incluido el teléfono.

1.2.2.2 Central Tándem.

Es la central que se emplea como punto de conmutación para el tráfico entre otras centrales, principalmente es utilizada en redes urbanas de grandes ciudades. A este tipo de centrales no se conectan abonados, solo enlaces.

La utilización de una central Tándem radica en dos aspectos:

- Proporciona enlaces alternativos para cursar tráfico llamado de desborde cuando el enlace directo se congestiona o queda fuera de servicio.
- Permite combinar las redes tipo malla con tipo estrella reduciendo el número de enlaces, abaratando los costos de interconexión.

A continuación se muestra dos ejemplos de redes con una central Tándem.

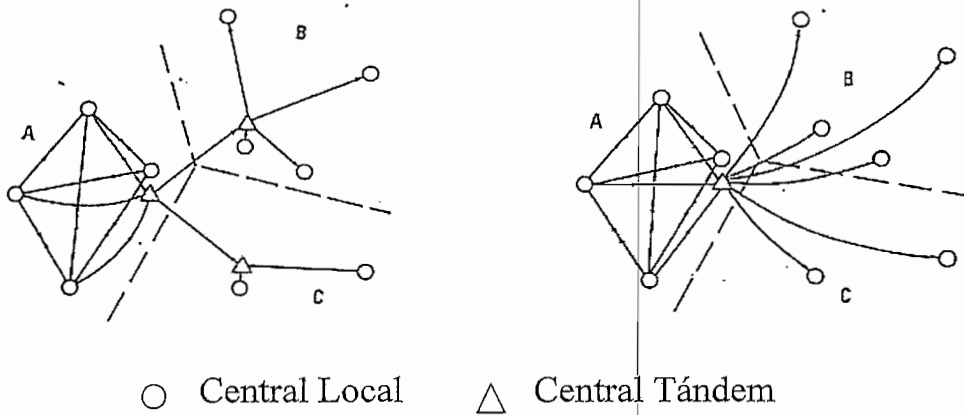


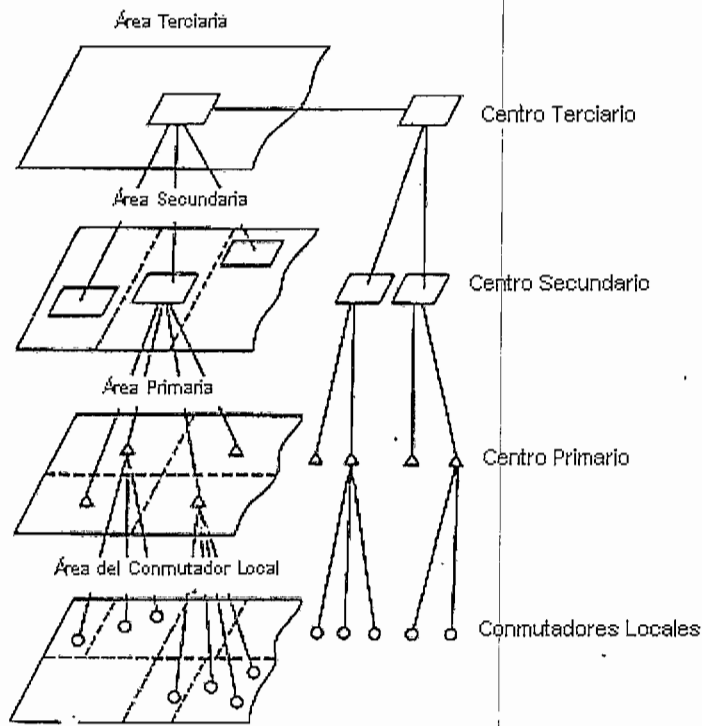
Figura 1.4 Redes con Centrales Tándem. [9]

1.2.2.3 Centrales de Tránsito.

Las centrales locales o Tándem se conectan con centrales de más alto nivel conocidas como centros de tránsito.

A fin de explicar los diferentes niveles en una red telefónica, en la siguiente figura, se presenta la estructura jerárquica de la red.

JERARQUÍA DE RED CUATRO NIVELES



TÉRMINOS JERÁRQUICOS

- Intercambiador Local △ Centro Primario ▱ Centro Secundario o Terciario

Figura 1.5 Red Telefónica Jerárquica. [9]

Como se puede observar se han establecido 4 niveles en esta estructura conocidos como: centro primario, centro secundario, centro terciario y centrales locales.

Los centros de tránsito dependiendo donde se ubiquen se llaman centro primario de tránsito, centro secundario, etc.

La central de tránsito internacional se ubica al final de los niveles y su función es cursar el tráfico internacional.

1.2.2.4 Centrales Privadas.

El concepto de centrales privadas conocidas internacionalmente como PABX (*Private Automatic Branch eXchange*) son diseñadas para satisfacer necesidades particulares de comunicación dentro de empresas como: hoteles, bancos, fábricas, etc.

Sus servicios se orientan no solo a la telefonía sino que también brindan cierto tipo de facilidades apropiadas para las empresas como: teléfonos multifunción, consolas de operadora, transmisión de voz y datos, sistema busca personas, etc. Servicios especiales (suplementarios) como: llamadas en espera, transferencia de llamadas, *hotline*, multiconferencia, llamadas abreviadas, etc.

1.2.2.4.1 Conexión a la red pública.

Las centrales PABX funcionan como una central local, a la cual se conectan dos tipos de CTR:

- Líneas internas, o también llamadas extensiones que son las líneas de abonados de la central.
- Líneas externas o también llamadas troncales que son los circuitos de enlace con el medio externo, es decir, con las centrales públicas o con otras PABX.

Las PABX se interconectan con la red pública usando como troncales, las líneas de abonados de la central pública, como se muestra en la siguiente figura. Si se utiliza un sistema de radio para la interconexión, entonces se usan los circuitos a 4 hilos E y M.

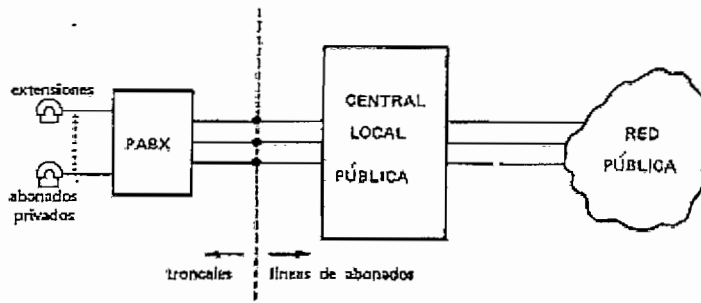


Figura 1.6 Interconexión de una PABX a una central pública. [9]

Las modernas PABX disponen también de circuitos de enlaces digitales MIC para interconectarse y manejar sistemas de señalización como el N° 7 y RDSI.

1.2.2.4.2 Facilidades adicionales.

Los sistemas PABX ofrecen un sin número de facilidades como las que se presentan a continuación:

a) Facilidades del aparato telefónico.

Las PABX aceptan varios tipos de aparatos telefónicos desde el más elemental hasta los teléfonos digitales, generalmente cada fabricante de PABX produce también los teléfonos digitales en razón de que poseen su propia interfaz.

Los teléfonos denominados multifunción como su nombre lo indica integran variadas funciones que pueden activarse mediante teclas preprogramadas, entre otras están: pueden tomar una o varias líneas internas o externas, teclas de memoria para almacenar números telefónicos, manos libres, teclas para comunicación directa (sin marcar número), teclas para transferencia de llamadas, teclas de multiconferencia, etc. Adicionalmente pueden disponer de un *display* (pantalla LCD) donde se observa la fecha, la hora, el número marcado, el número de extensión que llama, el tiempo de duración de una llamada, etc.

Existen también teléfonos multifunción que pueden actuar como consola de operadora, su complejidad varía de acuerdo a los servicios que preste.

b) Servicios suplementarios.

Son servicios adicionales al servicio básico telefónico realizados automáticamente por la central, como son:

- Transferencia de llamadas: el usuario puede programar su extensión para que la llamada sea transferida al número que desee.
- Llamada en espera: si la extensión se encuentra ocupada y llega otra llamada, ésta no es desechada sino que se mantiene en espera y se avisa con un tono al usuario.
- *Hot Line*: comunicación directa con el número preprogramado sin necesidad de marcar, solo levanta el auricular.
- Despertador: el usuario puede programar su extensión para una hora determinada y el teléfono timbrará a esa hora.
- Código secreto: el usuario activa un código personal para el acceso a llamadas internacionales y éste debe ser marcado para realizar la llamada, caso contrario será bloqueada.

c) Servicios especiales.

En este grupo se encuentran:

- Servicio Busca Personas: mediante el uso de parlantes externos se puede llamar a una determinada persona discriminando por zonas.
- Servicio de Transmisión de Datos: mediante el empleo de tarjetas especiales un usuario puede conectar su PC con otra, por medio de un enlace de datos o acceder a una red LAN.
- Servicio de Marcación Externa Directa a una Extensión: un abonado externo puede marcar el número de acceso a la PABX y luego el número de extensión directamente sin pasar por operadora.

1.3 TIPOS DE TOPOLOGÍA DE RED TELEFÓNICA [9].

Por red de telecomunicaciones se entiende el conjunto de enlaces y nodos que proporcionan conexiones entre dos o más puntos definidos para la comunicación entre ellos. Cuando los enlaces son digitales y se utiliza la transmisión y la conmutación digital integrada con la señalización por canal común (N°7) se denomina Red Digital Integrada.

Tomando en cuenta la arquitectura de una red, se han definido básicamente tres tipos.

1.3.1 RED TIPO MALLA.

En esta configuración, todas las centrales se encuentran conectadas directamente unas con otras. Centrales de Tránsito o Tándem no existen, las llamadas entre las centrales se realizan por un solo enlace.

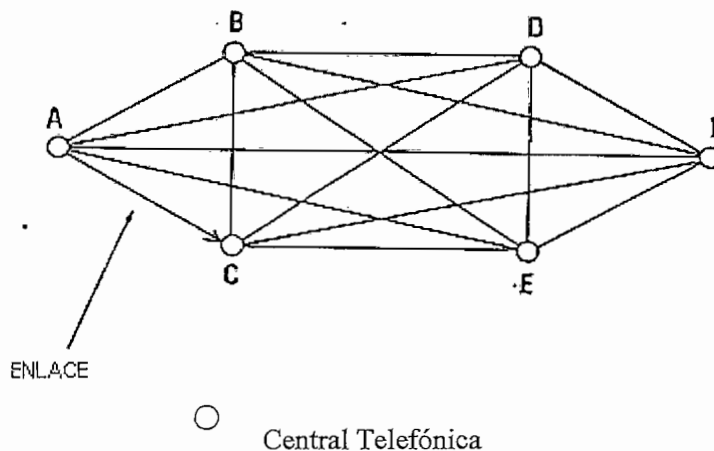


Figura 1.7 Red tipo malla. [9]

El número de enlaces o uniones (*junction*) se define por:

$$j = n \times (n-1)$$

donde n = número de nodos.

En esta fórmula j se considera como un doble enlace, uno de salida y otro de entrada. Si es bidireccional entonces se debe dividir para 2.

La red tipo malla se usa principalmente para redes urbanas donde el tráfico entre centrales es alto.

1.3.2 RED TIPO DE ESTRELLA.

Las llamadas entre dos centrales se conectan vía rutas directas a una central intermedia (Tránsito o Tándem).

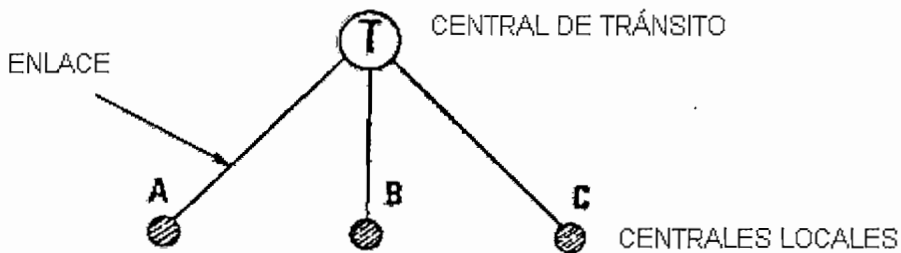


Figura 1.8 Red tipo estrella. [9]

Este tipo de red se emplea en áreas donde las centrales se encuentran ampliamente distribuidas y existe bajo tráfico entre ellas. Un ejemplo de esta red lo constituye la red rural donde existen muchas centrales dispersas y todas conectadas a una central de tránsito.

1.3.3 RED COMBINADA ESTRELLA – MALLA.

En la práctica se tienen redes de telefonía combinadas estrella – malla como la de figura.

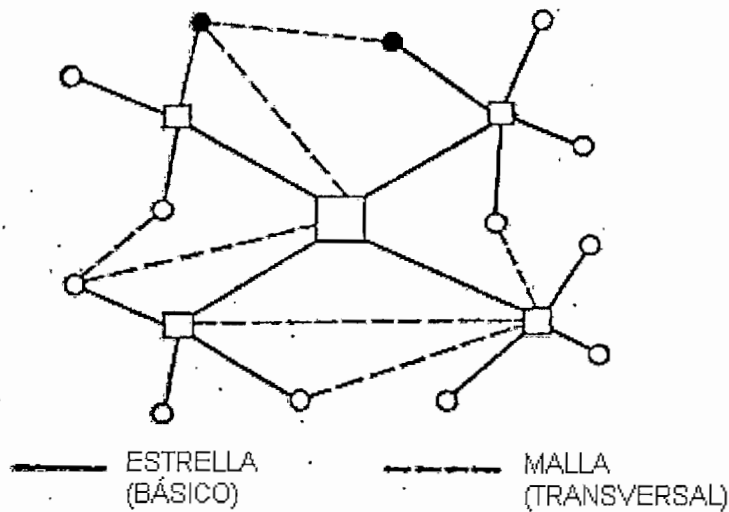


Figura 1.9 Red Combinada Estrella – Malla. [9]

1.4 MANEJO DE LA VOZ [12].

Una señal de voz abarca frecuencias que van, aproximadamente, desde los 30 Hz hasta los 20 KHz. En una conversación normal para garantizar su inteligibilidad se deben transmitir aquel rango de frecuencias que va desde 300 hasta 3.400 Hz, lo que se llama banda de voz.

1.4.1 DIGITALIZACIÓN DE LA VOZ.

La digitalización de la voz tiene como ventajas, la calidad de la transmisión avanzada de voz y de datos, mejores prestaciones de mantenimiento y de resolución de problemas y, por tanto, fiabilidad y mejoras sustanciales en la flexibilidad de las configuraciones.

Consta de tres etapas: Muestreo, mediante Modulación por Amplitud de Impulsos (PAM, *Pulse Amplitude Modulation*), en el que la amplitud de la forma de onda analógica entrante se muestrea cada 125 microsegundos; Cuantificación, en la que se valoran las muestras ponderadas en una escala no lineal (cuantificación no uniforme); y, por último, Codificación, en la que a cada valor cuantificado se le asigna un valor binario diferente. A este método se le conoce como Modulación de Impulsos Codificados (MIC o PCM, *Pulse Code Modulation*).

Para representar de forma óptima una señal analógica como un flujo de bits codificado digitalmente, esta señal se debe muestrear de acuerdo a lo que establece el teorema del muestreo o teorema de Nyquist¹. En el caso del canal telefónico la UIT-T ha elegido la frecuencia de muestreo $f_m=8000$ Hz, por lo que $T = 125\mu s$.

Cada canal se muestrea, sucesivamente, cada octomilésima de segundo, lo que se traduce en la generación de 8.000 muestras de amplitud de impulso de cada canal por segundo. Mediante el muestreo se obtiene un tren de impulsos modulados en amplitud, por lo que esta técnica se denomina Modulación de Pulsos por Amplitud (PAM). Este proceso PAM representa la primera etapa de PCM, el proceso mediante el cual una señal analógica se convierte en digital para transmitirse a través de la red.

La segunda etapa PCM se llama Cuantificación. Para codificar digitalmente las muestras PAM, se utiliza una escala no lineal que se pondera mucho más fuertemente a niveles bajos de señal que a niveles altos. En la Cuantificación, se asignan valores discretos a cada muestra de la señal PAM (el más cercano a su valor real) que se eligen entre un limitado número de intervalos de cuantificación, los mismos que dependen del tipo de cuantificación que se utilice.

La telefonía convencional emplea la cuantificación logarítmica, que supone una distribución logarítmica de los niveles de cuantificación a lo largo del margen dinámico de la señal, y asigna el valor cuantizado de la muestra tomándolo de una escala de valores. La UIT-T en la Recomendación G.711² recomienda dos leyes de aproximación logarítmica conocidas como la Ley A (Europea) y la Ley μ (Americana), las cuales representan aproximaciones con segmentos lineales a curvas de compresión logarítmica.

¹ **Teorema De Nyquist:** “Una señal limitada en banda que no contiene componentes espectrales mayores que la frecuencia f_m Hz está determinada en forma única por sus valores en intervalos uniformes menores de $1/(2f_m)$ segundos”.

² **G.711:** Recomendación de la UIT-T que trata sobre la Modulación por Impulsos Codificados (MIC) de Frecuencias Vocales.

En la ley A (usada en el Ecuador), la escala gráfica real se divide en 256 valores diferentes por encima y por debajo de la línea del cero. Existen 8 segmentos por encima de esta línea y otros 8 por debajo (uno de ellos es el punto cero compartido); cada segmento, sucesivamente, se subdivide en 16 intervalos. Pero en esta ley, en realidad se tiene 6 segmentos para la parte positiva y 6 segmentos para la parte negativa, agrupando los 4 segmentos intermedios en uno solo por ser colineales, y por esto, a la ley A también se le conoce como ley de 13 segmentos. La matemática binaria permite convertir las muestras de amplitudes cuantificadas en valores de 8 bits para la transmisión.

El siguiente gráfico muestra el paso de una señal analógica a través del sistema PCM. Donde el filtro pasa-banda limita a la señal analógica de entrada a la frecuencia de la banda de voz estándar, de 300 a 3400 Hz. El circuito de muestreo y retención realiza la primera etapa ya mencionada de la digitalización de la voz. Por último, el convertidor analógico a digital se encarga de la segunda y tercera etapa de la digitalización, entregando la señal PCM a su salida. Luego de pasar por el medio de transmisión, en el receptor se realiza el proceso inverso para obtener la señal analógica original.

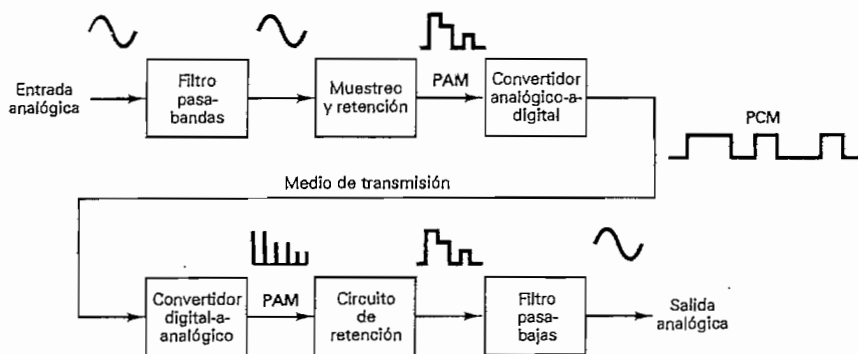


Figura 1.10 Diagrama de bloques de un sistema PCM [35].

1.4.2 MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDM).

Multiplexación por División de Tiempo (TDM) es una tecnología a través de la cual cada canal tiene asignado un periodo o ranura de tiempo en el canal principal y las distintas ranuras de tiempo están repartidas por igual en todos los

canales. Tiene la desventaja de que en caso de que un canal no sea usado, esa ranura de tiempo no se aprovecha por los otros canales.

Aunque los sistemas digitales son susceptibles al deterioro causado por el ruido, la naturaleza discreta de su señalización binaria hace que sea relativamente sencillo separar el ruido de la señal transmitida.

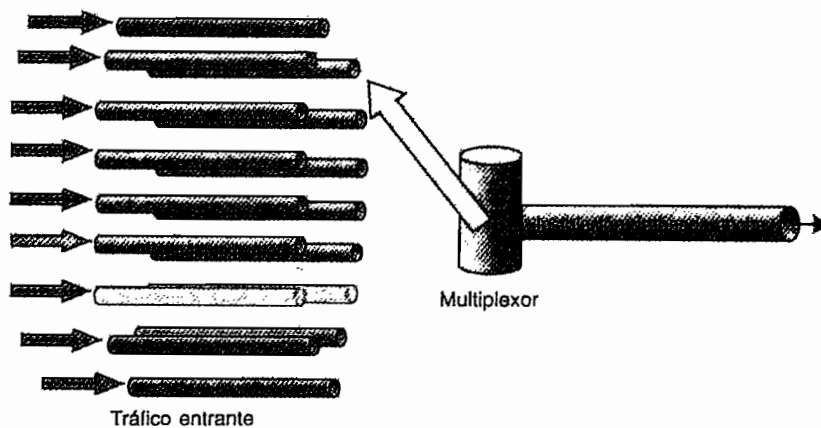


Figura 1.11 Multiplexado por División de Tiempo [12].

Como se ve en la figura, en TDM, se conceden a los usuarios todo ancho de banda pero durante un determinado tiempo.

Estos sistemas son síncronos, es decir, todos los relojes de todos los dispositivos implicados se deben sincronizar a partir de un reloj principal que pertenecerá a uno de los dispositivos.

Dado que es una transmisión síncrona, no es necesario el empleo de bits de cabecera ni de cola porque los relojes del transmisor y receptor están perfectamente sincronizados gracias al canal de sincronización. Tampoco es necesario un control de flujo, porque el transmisor y el receptor funcionan a la misma velocidad de transmisión.

También existe Multiplexación por División de Tiempo Estadística o Asíncrona, en este caso, se asignan dinámicamente los *time slots* según la demanda. La diferencia con TDM Síncrona es que en ésta hay igual número de

canales que de *time slots*, para TDM Asíncrona, el número de canales es mayor al de los *time slots*.

1.5 NUMERACIÓN [9].

Un plan de numeración es requerido para identificar cada terminal de la red telefónica asignándole un único número de abonado con las siguientes características:

- Este número debe ser de fácil utilización.
- Debe preverse para un gran período de tiempo (evitar variaciones conforme se incrementan los abonados).
- No debe afectar el aspecto económico de la red, longitud mínima del número.
- Dentro de un país pueden establecerse áreas que faciliten el enrutamiento y la tarificación.
- Considerar los servicios especiales (policía, bomberos, cruz roja, información, etc.) con números tan pequeños como sea posible que permitan una rápida marcación y sean fáciles de recordar.

1.5.1 COMPOSICIÓN DE UN NÚMERO TELEFÓNICO [29].

a) Llamadas locales.

Para marcar el número de abonado se tiene:

Número de abonado = código de la central + número del terminal.

Ejemplo: 2470018 (número abonado de Quito)

Entonces 247 = código de central (Carcelén)

0018 = número del terminal (10000 líneas posibles)

b) Llamadas nacionales.

Marcación = prefijo nacional + número nacional

Número nacional = código de área + número de abonado

- Código de área: Permite identificar el área del abonado.
- Prefijo: Permite indicar que la llamada es para un abonado que pertenece a otra área.

Ejemplo: 042323012 (llamada a un abonado de la provincia del Guayas)

0 = Prefijo nacional

4 = Código de área (Código de la provincia del Guayas).

2323012 = Número de abonado

- el número de abonado es el que aparece en la Guía Telefónica.

c) Llamadas internacionales.

Marcación: Prefijo internacional + número internacional.

Número internacional = Código del país + código de área + número del abonado

Ejemplo: 005932 2470018 (llamada del exterior a un abonado en Quito).

00 = Prefijo internacional.

593 = Código de Ecuador.

2 = Código de área

2470018 = Número de abonado

d) Llamadas servicios especiales.

Marcación: 1xx

1 = Código de servicio especial

xx = Cualquier dígito

Ejemplo: 101 (policía).

1.5.2 TIPOS Y CAPACIDAD DE UN PLAN DE NUMERACIÓN.

Existen dos tipos:

- a) Plan de Numeración Abierto: cuando el número telefónico contempla un código de área.
- b) Plan de Numeración Cerrado: cuando no se contempla el código de área.

En Ecuador se tiene un plan de numeración abierto para el tráfico entre áreas o regiones establecidas por los respectivos operadores y un plan de numeración cerrado para el tráfico dentro de cada área.

La configuración numérica es de longitud uniforme con 8 cifras de número nacional y 7 cifras de número de abonado local.

La capacidad teórica de un sistema de numeración está dada por:

$$\text{Capacidad} = 8 \times 10^{n-1}$$

Donde n es el número de dígitos del número de abonado.

Entonces en el Ecuador se tiene con $n = 8$ una capacidad de 80'000.000 de abonados. Para el número de abonado local $n = 7$, la capacidad es de 8'000.000 de abonados en un área.

1.6 SEÑALIZACIÓN TELEFÓNICA [29].

La señalización telefónica se define como un protocolo para enviar y recibir información (señales) para control entre un teléfono y la central, o entre centrales para el propósito de conmutación y establecimiento de una llamada.

La señalización se divide en:

- Señales de Registro: cuyo propósito es la selección de ruta o un destino y por medio de ella se envía información del número llamado o categoría del servicio requerido. Ejemplo: pulsos decádicos, código multifrecuencia.
- Señales de Línea: cuyo propósito es la supervisión y control del estado de la llamada. Por medio de ella se envía información de toma, respuesta, liberación de un circuito, etc. Ésta puede emplear diferentes métodos:
 - Por corriente DC, apertura o cierre del bucle, tierra o voltaje.
 - Por corriente AC hay dos métodos:
 - Dentro de banda (300 – 3400 Hz).
 - Fuera de banda (> 3400 Hz).

En ambos casos se puede emplear señales de tipo: Continuo y pulsos.

La forma de transmitir la señalización define dos métodos:

a) *Señalización asociada al canal.*

En este método la señalización es transportada por el mismo canal que lleva el tráfico, o por un canal diferente al que lleva el tráfico permanentemente asociado con el canal de señalización.

b) *Señalización por canal común.*

Es un método aplicable sólo a centrales digitales con enlaces digitales y consiste en transportar la señalización de circuitos y otra información (señales para el manejo de la red) sobre un canal diferente de los canales que llevan tráfico telefónico.

La señalización telefónica ha evolucionado en conjunto con los sistemas de conmutación como se observa en el siguiente cuadro:

EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE CONMUTACIÓN	EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN
Sistemas electromecánicos con control directo (AGF ¹)	Señalización asociada al canal de registros con pulsos decádicos y línea con bucle DC
Sistemas electromecánicos con control por registro (ARF ²)	Señalización de línea asociada al canal tipo bucle DC o AC dentro de banda para registro código MFC ³ .
Sistemas SPC (digitales)	Señalización por canal común.

Tabla 1.2 Evolución de la Señalización Telefónica. [9]

1.6.1 SEÑALIZACIÓN DE LÍNEA DE ABONADO.

Se puede distinguir dos partes:

- a) Las señales que envía el abonado a través de su teléfono, como son:
 - Colgado (*off hook*).
 - Descolgado (*on hook*).
 - Marcación (envío de dígitos, con disco o con teclado).

- b) Las señales que recibe el abonado:
 - tono de marcar, que indica central lista para recibir los dígitos.
 - Tono de ocupado, se emplea para indicar tres estados:
 - Abonado llamado ocupado.
 - No hay marcación.
 - Marcación incompleta.
 - Tono de congestión, se emplea para indicar que no existen circuitos libres para la llamada. Se usa también un mensaje.

¹ **AGF**: Sistema rotativo con dispositivos accionados por un eje giratorio, se caracteriza porque los dispositivos de selección efectúan únicamente un giro horizontal sin que existan desplazamientos verticales y porque siempre tienen registradores como elementos de control.

² **ARF**: Este sistema tiene un dispositivo "multiselector", capaz de establecer varias conexiones entre la serie de conjuntos de conductores verticales y los horizontales en "puntos de cruce" determinados por los órganos de control.

³ **MFC**: La señalización entre registros emplea MFC (código de multifrecuencia a secuencia obligada) donde cada pulso multifrecuencia consiste siempre de dos frecuencias, por tal motivo, este método de señalización es muy confiable

- Tono de llamada, la central indica al abonado llamador que se envía señal de timbre al llamado.
- Señal de llamada (timbre), la central indica que hay una llamada.

1.6.2 SEÑALIZACIÓN INTERCENTRAL.

Los sistemas de señalización utilizados como estándares internacionales y que se emplean en el Ecuador son los siguientes:

- MFC – R2 CCITT con E/M de pulsos (analógico).
- MFC – R2 CCITT con señal de línea digital.
- MFC – LME (versión R2 creado por Ericsson).
- MF – N° 5 CCITT (tráfico internacional).
- N° 7 CCITT.

Los sistemas N° 5 y N° 7 son designados para uso general y el sistema R2 es para uso regional.

1.7 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N°7 (SS7) [32].

El Sistema de Señalización No. 7 (SS7) es un estándar global para telecomunicaciones definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT ex CCITT).

SS7 define los procedimientos y los protocolos por los cuales los elementos de red en la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) intercambian información sobre una red de señalización digital para efectos de configuración de llamadas por cobre e inalámbricas (celulares), control y enrutamiento, así como también, administración y mantenimiento de la red. SS7 fue creado para satisfacer los requerimientos de las compañías operadoras de telefonía y para mejorar los sistemas de señalización existentes.

Con el uso de la digitalización para las señales analógicas, un solo canal o circuito individual maneja la señalización y conversación de una llamada

telefónica. Un paquete digital puede compartir un canal común con cientos o miles de otros paquetes. Así, cientos de señales pueden compartir un solo canal y solo un circuito de voz es utilizado para llevar la señalización de miles de circuitos de voz. A esto se le conoce como Señalización por Canal Común (*Common Channel Signaling* o *CCS*).

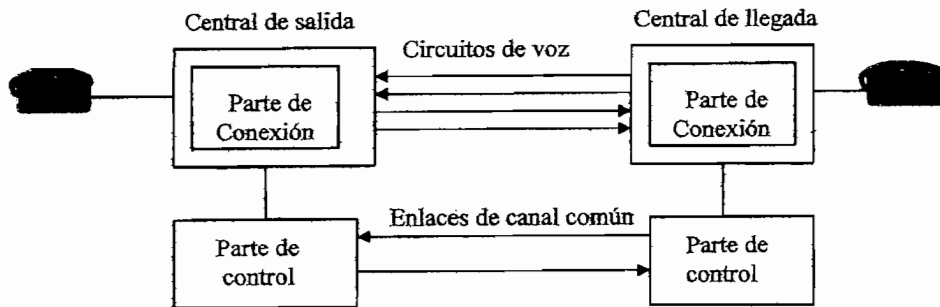


Figura 1.12 Esquema de los circuitos en SS7 [34].

En el gráfico anterior, se puede observar, que las señales de voz viajan aparte de la señalización por canal común.

Con esto, si el conmutador local obtiene información de retorno, desde el conmutador remoto, de que el llamado tiene la línea ocupada, el conmutador local puede enviar la señal de ocupado al llamante. Así, no es necesario utilizar ninguna circuitería entre el conmutador local y el remoto para llevar la señal de ocupado. La única conexión utilizada será la del teléfono llamante con el conmutador local.

1.7.1 ARQUITECTURA DE RED SS7 [33].

Una red de telecomunicaciones consiste de conmutadores y procesadores de aplicaciones interconectadas entre sí a través de circuitos de transmisión. La red SS7 existe dentro de la red de telecomunicaciones y la controla a ésta.

Una red SS7 tiene tres componentes principales: Puntos de Conmutación de Servicios (*Service Switching Points* o *SSP*), Puntos de Transferencia de

Señalización (*Signal Transfer Points* o STP) y Puntos de Control de Servicio (*Service Control Points* o SCP).

A estos componentes se los denomina “nodos” o “puntos de señalización” y son conectados a través de “enlaces de datos”.

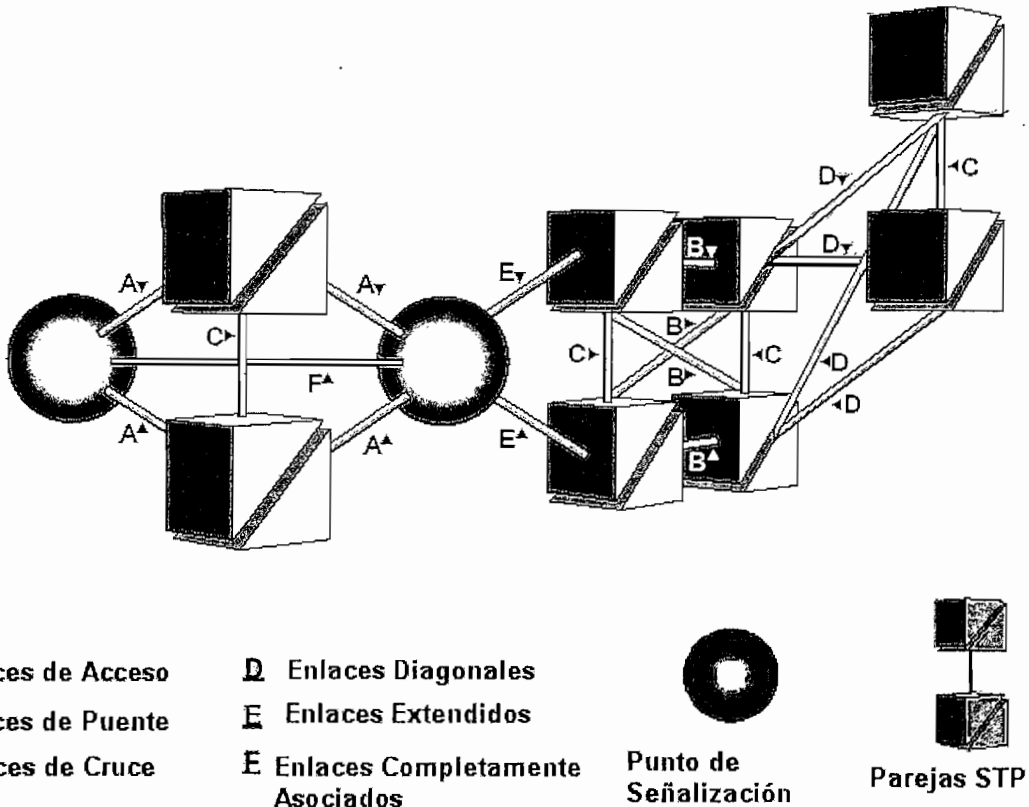


Figura 1.13 Arquitectura SS7 [33]

1.7.1.1 Puntos de Conmutación de Servicios (SSP).

Un SSP ofrece conexiones de circuitos de voz (en la red telefónica) y conexiones SS7 para el intercambio de información del circuito y para la demanda de enrutamiento de la llamada y mantenimiento.

También tiene la habilidad, para el procesamiento de la llamada, hacer preguntas incluso de bases de datos desconocidas para la ubicación de abonados, y, realizar acciones apropiadas para la respuesta.

1.7.1.2 Puntos de Transferencia de Señalización (STP).

El STP es para la red SS7 lo que el conmutador es para la PSTN. El STP simplemente dirige el tráfico digital seleccionando enlaces para ubicar el tráfico saliente.

El enrutamiento llega a ser necesario, porque como el conmutador, el STP, puede tener numerosos enlaces a los usuarios terminales de la red. Y el STP, puede tener enlaces con otros STPs, para realizar el enrutamiento a la ubicación final, con conexiones no directas al STP que realiza el primer enrutamiento.

Se tienen STPs locales ubicados en el nivel más bajo de la jerarquía de red SS7; y STPs regionales, ubicados en un nivel de jerarquía alto, como se puede observar en las siguientes figuras.

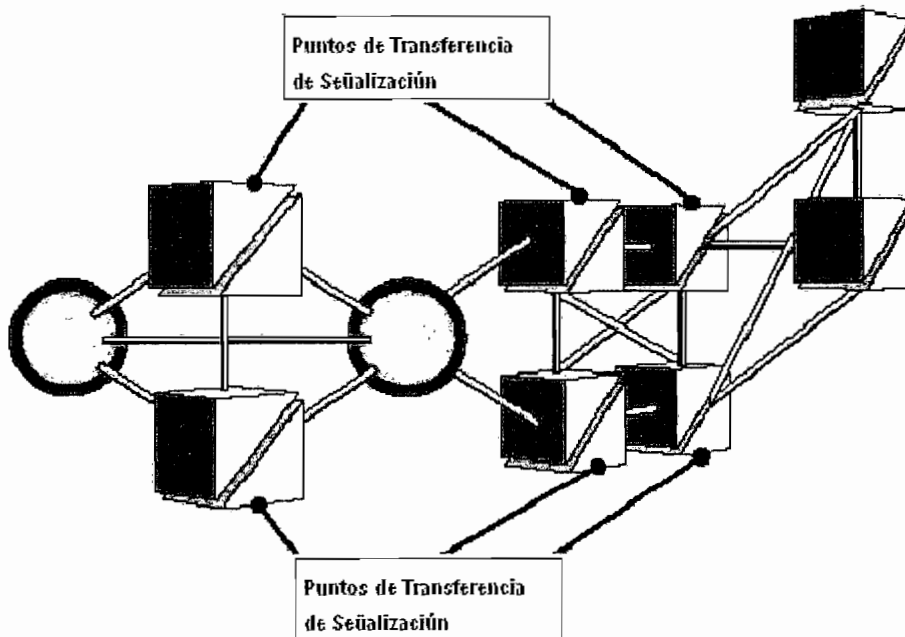


Figura 1.14 Puntos de Transferencia de Señalización. [33]

1.7.1.3 Puntos de Control de Servicio (SCP).

El SCP provee servicios tales como, información de la base de datos, para que un número marcado no tenga un mal enrutamiento o enrutamiento no deseado; es decir, el número marcado será consultado primero en la base de datos para su posterior enrutamiento correcto. La base de datos está ubicada en las direcciones del SS7 (*Signalling Point Code* o SPC, que es la entidad que direcciona las llamadas).

1.7.1.4 Enlaces de Datos.

Los mensajes viajan a través de la red por medio de conexiones entre los nodos que se denominan enlaces. Los mensajes SS7 son intercambiados entre los elementos de la red a 56 o 64 Kbps sobre canales bidireccionales.

Los enlaces se categorizan por lo que éstos conectan, más no por cómo los datos son transmitidos. Los nombres dados a estos tipos de enlaces se representan por letras de la "A" a la "F".

1) *Enlaces "A" o Enlaces de Acceso (Access Links).*

Para proveer o adquirir servicios desde la red SS7 un nodo necesita primero ganar el acceso. Esto es normalmente hecho a través de las conexiones a un STP. Los enlaces que conectan un nodo a un par de STPs local proveen acceso a la red, y a éstos se les conoce como enlaces de acceso.

2) *Enlaces "B" o Enlaces de Puente (Bridge Links).*

Para que un STP tenga flexibilidad de enrutamiento en la red necesita enlazarse a otro STP en el mismo nivel jerárquico. El arreglo del enlace empleado conecta cada uno de los STPs en un área con cada uno de los STPs en otra área. Para hacer esto se requiere de cuatro enlaces.

Estos enlaces forman un puente desde un área a la otra, y es por eso que se les conoce como enlaces de puente.

3) *Enlaces "C" o Enlaces de Cruce (Cross Links).*

Los STPs se ubican en parejas para poder obtener redundancia. En un par redundante, generalmente se asume que ambos miembros de la pareja realizan exactamente las mismas funciones. Ambos miembros de la pareja de STPs pueden ser considerados que están en la misma ubicación lógica.

Estos enlaces que permiten cruzar mensajes desde cualquier STP a su compañero, se conocen como enlaces de cruce.

4) *Enlaces "D" o Enlaces Diagonales (Diagonal Links).*

Un STP enlazado a otro STP en el mismo nivel de red puede ganar fuerza de enrutamiento adicional al conectarse a un STP en otro nivel más alto. El arreglo de enlaces empleado conecta cada uno de los STPs en un área con cada uno de los STPs en otra área, tal como lo hacen los enlaces de puente. La diferencia está en el enlace entre niveles jerárquicos diferentes.

Entonces, un enlace diagonal simplemente implica la conexión de dos niveles en la red jerárquica.

5) *Enlaces "E" o Enlaces Extendidos (Extended Links).*

Para tener una mayor flexibilidad de enrutamiento se puede conectar otro par de STPs en el mismo nivel. Para hacer esto se requieren añadir enlaces a alguna pareja más distante.

Estos enlaces forman una conexión a una pareja más distante de STPs, y son considerados para ser extendidos más allá que otros enlaces y por esto, se les denomina enlaces extendidos.

6) *Enlaces “F” o Enlaces Completamente Asociados (Fully Associated Links)*

De vez en cuando, particularmente en una red propietaria, los usuarios encuentran útil compartir datos directamente entre los nodos y desviar dichos datos a través de los STPs. Esto es hecho solo para los nodos que son directamente y completamente asociados a aquellos propietarios de la red y operados por la misma compañía.

Tales enlaces ocurren solo entre nodos con esta asociación completa y por eso se llaman enlaces completamente asociados.

1.8 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE TELEFONÍA DE ANDINATEL.

ANDINATEL S.A. es una de las empresas en el Ecuador que presta servicios de telefonía fija y que cuenta con centrales telefónicas en diferentes ciudades. La región que brinda cobertura Andinatel, comprende las provincias de: Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Pastaza, Chimborazo, Bolívar, Carchi, Esmeraldas, Imbabura, Napo, Orellana y Sucumbíos. A continuación se presentan algunas estadísticas respecto de su situación actual.

Los datos estadísticos de Andinatel que muestra la Tabla 1.3, permiten tener una idea clara del alcance de la telefónica y que posteriormente (capítulo 3), servirán para tener una visión de cómo poder realizar la migración hacia NGN en cuanto a abonados y tráfico se refiere.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Porcentaje de Digitalización	100 %
Número de Abonados	845 260 Abonados
Número de Centrales telefónicas	84 Centrales
Teléfonos Públicos	7 277 Teléfonos
Número de Líneas en las centrales	1 007 518 Líneas ¹
Población cubierta por Andinatel	5 266 979 Habitantes
Densidad telefónica	16.19%

Tabla 1.3 Estadísticas de ANDINATEL S.A. – Agosto / 2004 [36]

La digitalización de la red con la que cuenta Andinatel ha implicado el cambio de las centrales analógicas con las que contaba, a centrales totalmente digitales a lo largo de toda su red. Además del cambio de tecnología de Multiplexación por División de Frecuencia² (FDM o *Frequency Division Multiplexing*), donde la información que entra al sistema es analógica y permanece así en toda la transmisión, a tecnología con Multiplexación por División de Tiempo (TDM o *Time Division Multiplexing*) donde la transmisión de la información ya es digital.

Andinatel cuenta también, para su red de transporte, con 5 anillos de fibra óptica utilizando tecnología de Jerarquía Digital Síncrona³ (SDH o *Synchronous Digital Hierarchy*) con enlaces que usan STM-1 (155 Mbps), STM-4 (622 Mbps) y STM-16 (2 488 Mbps). Estos anillos de interconexión de las centrales telefónicas en la ciudad de Quito se pueden apreciar en la siguiente figura:

¹ Este dato se encuentra actualizado a Septiembre del 2004.

² **FDM:** En FDM múltiples señales que originalmente ocupan el mismo espectro de frecuencias se convierten, cada una, a bandas de frecuencia diferentes, y se transmiten simultáneamente en un solo medio de transmisión. Así, muchos canales de banda relativamente angosta se pueden transmitir en un solo sistema de transmisión de banda ancha.

³ **SDH:** La trama básica de SDH es STM-1 (*Synchronous Transport Module level 1*), con una velocidad de 155 Mbps. Cada trama va encapsulada en un tipo especial de estructura denominado contenedor. Una vez que se ha encapsulado se añaden cabeceras de control que identifican el contenido de la estructura y el conjunto, después de un proceso de multiplexación, se integra dentro de la estructura STM-1. Los niveles superiores se forman a partir de multiplexar a nivel de Byte varias estructuras STM-1, dando lugar a los niveles STM-4, STM-16 y STM-64.

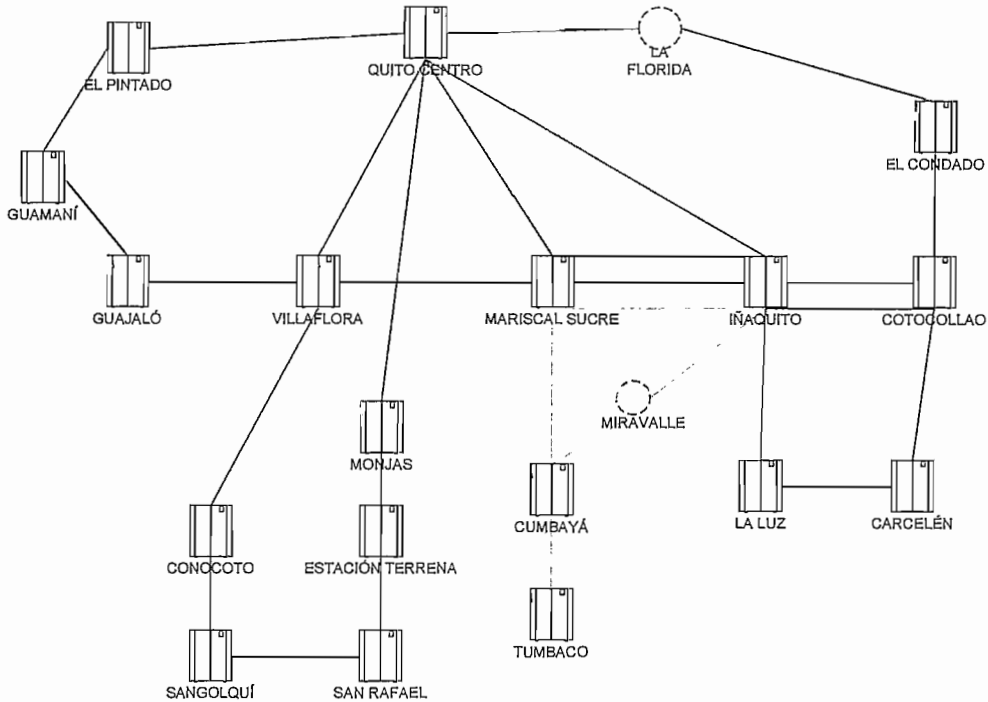


Figura 1.15 Red de Transporte – Interconexión entre anillos.

Dentro de la red SDH de Andinatel se maneja tecnología con Modo de Transferencia Asíncrona (*Asynchronous Transfer Mode* o ATM) para datos, la misma que se encuentra subutilizada con un bajo porcentaje (10%)¹ de uso. ATM es una tecnología orientada a conexión que se emplea tanto en redes públicas como privadas LAN² (Redes de Área Local o *Local Area Network*) y WAN³ (Redes de Área Extendida o *Wide Area Network*) y que permite el transporte a alta velocidad de múltiples tipos de tráfico, tales como: voz, video y datos. El principio básico de ATM es la transmisión de la información en paquetes de pequeño tamaño denominados celdas. ATM al ser asíncrona, asigna los *slots* de tiempo bajo demanda. Esto permite a una estación transmitir celdas cuando sea necesario hacerlo.

¹ Datos proporcionados por Departamento de Transmisión de Andinatel S.A.

² **LAN:** Son redes de propiedad privada, de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Por ejemplo una oficina o un centro educativo.

³ **WAN:** Son redes que se extienden sobre un área geográfica extensa. Contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar los programas de usuarios (hosts). Éstos están conectados por la red que lleva los mensajes de un host a otro. Estas LAN de host acceden a la subred de la WAN por un router. Suelen ser por tanto redes punto a punto.

Otro de los factores importantes dentro de la red de Andinatel, es la disponibilidad de los denominados Nodos de Acceso en la ciudad de Quito. Los Nodos de Acceso ofrecen servicios de acceso avanzados sin afectar la infraestructura de cobre de última milla para llegar al usuario final, ya instalada. Es decir, da una flexibilidad de insertar cualquier tipo de servicio en cualquier parte del equipo (ranuras de un mismo *subrack*), reduciendo la inversión al usar una infraestructura común y proveyendo gran flexibilidad para actualizar servicios de banda angosta a banda ancha. Sólo se incrementa la inversión en banda ancha de acuerdo a la penetración de los servicios, lo cual reduce el riesgo de sobreinvertir en la instalación de nuevos servicios cuando es difícil predecir la demanda. Con los Nodos de Acceso se puede ofrecer Internet a alta velocidad para negocios, Video Conferencia, alta calidad de voz PSTN ISDN, *Homeworking* via DSL, etc. Andinatel tiene equipos en los Nodos de Acceso de dos tipos de fabricantes, Alcatel (Litespan 1540) y Ericsson (ENGINE Access Ramp).

Andinatel también cuenta con una plataforma de Red Inteligente que permite una rápida introducción de servicios¹, con una amplia gama de los mismos, y con una administración centralizada. Servicios típicos de la Red Inteligente son: Servicio *Freephone* Avanzado, Número Personal Universal, Redes Privadas Virtuales, Sondeo de votos y opinión, etc.

Andinatel en la ciudad de Quito cuenta con las centrales telefónicas que se muestran a continuación con el detalle de sus respectivas capacidades de abonados:

¹ Para mayor información ver sección 1.9.2.3

NOMBRE CENTRAL	MODELO	TECNO_LOGÍA	CAPACIDAD (Líneas)	NOMBRE CENTRAL	MODELO	TECNO_LOGÍA	CAPACIDAD (Líneas)
Bco. Pichincha	Conc. IÑQ1	Alcatel	1 020	Hotel Marriot	Conc. MS1	Ericsson	512
Carapungo	AXE	Ericsson	10 240	Iñaquito 1	E10B OCB283	Alcatel	24 478
Carcelén 1	NEAX 61M	NEC	10 533	Iñaquito 3	NEAX 61E	NEC	20 000
Carcelén 3	E10B OCB283	Alcatel	14 935	Iñaquito 4	E10B OCB283	Alcatel	41 000
City Plaza	Conc. IÑQ1	Alcatel	1 504	La Luz 1	NEAX 61M	NEC	10 000
Cotocollao2	E10B OCB283	Alcatel	29 302	La Luz 3	E10B OCB283	Alcatel	15 351
El Cordado	E10B OCB283	Alcatel	11 407	Mariscal Sucre 1	AXE	Ericsson	50 000
El Jardín	Conc. IÑQ4	Alcatel	334	Mariscal Sucre 5	NEAX 61E	NEC	20 000
El Pintado1	NEAX 61M	NEC	9 626	Mariscal Sucre 6	NEAX 61E	NEC	11 128
El Pintado3	E10B OCB283	Alcatel	23 371	Monjas 1	NEAX 61M	NEC	5 512
Guajaló 1	E10B OCB283	Alcatel	25 450	Monjas 2	E10B OCB283	Alcatel	8 349
Guajaló 2	Conc. MS1	Ericsson	3 120	Quito Centro 1	E10B OCB283	Alcatel	24 080
Guamaní 1	NEAX SIGMA	NEC	9 500	Quito Centro 4	NEAX 61E	NEC	13 312
Guamaní 2	Conc. MS1	Ericsson	2 048	Villaflores3	E10B OCB283	Alcatel	39 897
Capacidad Total de Líneas Telefónicas:							436 009

Tabla 1.4 Capacidad de líneas telefónicas de las centrales de la ciudad de Quito.

NOMBRE CENTRAL	MODELO	TECNO_LOGÍA	CAPACIDAD (Líneas)	NOMBRE CENTRAL	MODELO	TECNO_LOGÍA	CAPACIDAD (Líneas)
Carcelén 3	E10B OCB283	Alcatel	176	La Luz 3	E10B OCB283	Alcatel	128
Cotocollao 2	E10B OCB283	Alcatel	40	Mariscal 1	Conc. IÑQ1	Alcatel	120
El Pintado 3	E10B OCB283	Alcatel	192	Monjas 2	E10B OCB283	Alcatel	64
Guajaló 1	E10B OCB283	Alcatel	64	Quito Centro 1	E10B OCB283	Alcatel	104
Iñaquito 1	E10B OCB283	Alcatel	56	Quito Centro 4	NEAX 61E	NEC	64
Iñaquito 4	E10B OCB283	Alcatel	128	Villaflores 3	E10B OCB283	Alcatel	80
Capacidad Total de abonados RDSI:							1 216

Tabla 1.5 Capacidad de Abonados RDSI de las centrales de la ciudad de Quito.

NOMBRE CENTRAL	MODELO	TECNO_ LOGÍA	CAPACIDAD (Líneas)	NOMBRE CENTRAL	MODELO	TECNO_ LOGÍA	CAPACIDAD (Líneas)
Nodo 1 (Carcelén)	Centro Conx CCL	Alcatel	3475	Nodo 1 (Iñaquito 4)	Centro Conx IÑQ4	Alcatel	4629
Nodo 2 (Carcelén)	Centro Conx CCL	Alcatel	6354	Nodo 2 (Iñaquito 4)	Centro Conx IÑQ4	Alcatel	3781
Nodo 3 (Carcelén)	Centro Conx CCL	Alcatel	2456	Nodo 3 (Iñaquito 4)	Centro Conx IÑQ4	Alcatel	2582
Nodo 1 (Cotocollao)	Centro Conx COT2	Alcatel	3049	Nodo 4 (Iñaquito 4)	Centro Conx IÑQ4	Alcatel	3325
Nodo 2 (Cotocollao)	Centro Conx COT2	Alcatel	2362	Nodo 1 (La Luz)	Centro Conx LUZ	Alcatel	5045
Nodo 2 (Condado)	Centro Conx COND	Alcatel	3767	Nodo 3 (La Luz)	Centro Conx LUZ	Alcatel	4686
Nodo 1 (El Pintado)	Centro Conx PTD1	Ericsson	2370	Nodo 1 (Mariscal 1)	Centro Conx MSC1	Ericsson	3780
Nodo 2 (El Pintado)	Centro Conx PTD2	Ericsson	2370	Nodo 2 (Mariscal 1)	Centro Conx MSC1	Ericsson	3090
Nodo 4 (El Pintado)	Centro Conx PTD4	Ericsson	3090	Nodo 3 (Mariscal 1)	Centro Conx MSC1	Ericsson	2760
Nodo 5 (El Pintado)	Centro Conx PTD5	Ericsson	3090	Nodo 1 (Monjas)	Centro Conx MJS2	Ericsson	1710
Nodo 1 (Guajaló)	Centro Conx GJL	Ericsson	4830	Nodo 2 (Monjas)	Centro Conx MJS2	Ericsson	2430
Nodo 3 (Guajaló)	Centro Conx GJL	Ericsson	3090	Nodo 1 (Quito Centro)	Centro Conx QCN	Ericsson	4470
Nodo 4 (Guajaló)	Centro Conx GJL	Ericsson	3780	Nodo 3 (Quito Centro)	Centro Conx QCN	Ericsson	3450
Nodo 1 (Guamaní 1)	Centro Conx GMN1	NEC	1216	Nodo 4 (Quito Centro)	Centro Conx QCN	Ericsson	4140
Nodo 2 (Guamaní 1)	Centro Conx GMN1	NEC	1282	Nodo 1 (Villaflores)	Centro Conx VFL3	Ericsson	4140
Nodo 3 (Guamaní 1)	Centro Conx GMN1	NEC	1367	Nodo 3 (Villaflores)	Centro Conx VFL3	Ericsson	3810
Nodo 5 (Guamaní 1)	Centro Conx GMN1	NEC	1298	Nodo 4 (Villaflores)	Centro Conx VFL3	Ericsson	3450
Nodo 6 (Guamaní 1)	Centro Conx GMN1	NEC	929	Nodo 5 (Villaflores)	Centro Conx VFL3	Ericsson	2430
Capacidad Total de Líneas:							113 883

Tabla 1.6 Capacidad de líneas en los Nodos de Acceso de la ciudad de Quito.

Los datos mostrados en las Tablas 1.4, 1.5 y 1.6, permitirán realizar el rediseño de las centrales telefónicas mencionadas con tecnología NGN (capítulo 3), y que darán, de la misma manera, una idea global de cómo se realizaría la migración a NGN de toda la red telefónica de Andinatel para la ciudad de Quito.

Además, cabe mencionar que en las instalaciones de Quito Centro, también se encuentra ubicada una central de tránsito de fabricación Ericsson Transgate 3¹.

¹ Los detalles técnicos de estas centrales se pueden observar en el Anexo B

Otro factor importante para la realización del presente proyecto es conocer la matriz de tráfico de las centrales telefónicas de Andinatel en la ciudad de Quito, la misma que se presenta en las Tablas 1.7 y 1.8.

En la Tabla 1.7 se muestra el enrutamiento de la Red de Andinatel, donde se puede observar cómo se distribuye el tráfico telefónico de las centrales. Por ejemplo, entre las centrales de Guamaní 1 y Calderón, existe una ruta directa a través de la central Tándem Quito Centro 4 (T1); para la misma central de Guamaní 1 el tráfico que cursa con la central de Carcelén 1, tiene un enrutamiento diferente, como ruta directa utiliza la central Tándem Quito Centro 4 (T1) y como ruta alternativa utiliza la central Tándem Mariscal Sucre 1 (T2).

En la Tabla 1.8 se indica el número de circuitos totales funcionando para cursar el tráfico telefónico; por ejemplo, entre las centrales de Cotocollao 2 y Calderón existen 279 circuitos totales funcionando con un porcentaje de utilización de estos circuitos del 10.9%.

El significado de las siglas utilizadas en las dos matrices sobre los nombres de central, es el siguiente:

- CALD: Calderón
- CARP: Carapungo
- CCL1: Carcelén 1
- CCL3: Carcelén 3
- COT2: Cotocollao 2
- CMB2: Cumbayá 2
- ECD1: El Condado 1
- GJL1: Guajaló 1
- GMN1: Guamaní 1
- IÑQ1: Iñaquito 1
- IÑQ4: Iñaquito 4
- LLZ1: La Luz 1
- LLZ3: La Luz 3

- MNJ1: Monjas 1
- MSC1: Mariscal Sucre 1
- MNJ2: Monjas 2
- MSC5: Mariscal Sucre 5
- MSC6: Mariscal Sucre 6
- PTD1: El Pintado 1
- PTD3: El Pintado 3
- PMBO: Puembo
- QCN1: Quito Centro 1
- QCN4: Quito Centro 4
- SGLQ: Sangolquí
- SRF2: San Rafael 2
- TDQ1: Tránsito Quito 1
- TDQ2: Tránsito Quito 2
- TIN: Tránsito Internacional Quito
- TMBC: Tumbaco
- VFL3: Villaflora 3
- T1: Quito Centro 4 (Tándem Sur – Centro)
- T2: Mariscal Sucre 1(Tándem Centro – Norte)
- T3: Iñaquito 4 (Tándem Norte)
- X: Tráfico Interno

	CALD	CARP	COL1	COL3	COT2	CMB2	EDD1	GJL1	GMN1	IRQ1	IRQ3	IRQ4	LLZ1	LLZ3	MNU1	MSC1	MNU2	MSC5	MSC6	PTD1	PTD3	PMBO	OCN1	OCN4	SQLQ	SFR2	TDQ1	TDQ2	TIN	TMBC	VFL3	CVOZ, RED1, E1 ANDINANET PBX, ISP, RDSI	CVOZ, RED1, E1 ANDINANET PBX, ISP, RDSI			
CALD	X																																			
CARP		X																																		
COL1			X																																	
COL3				X																																
COT2					X																															
CMB2						X																														
EDD1							X																													
GJL1								X																												
GMN1									X																											
IRQ1										X																										
IRQ3											X																									
IRQ4												X																								
LLZ1													X																							
LLZ3														X																						
MNU1															X																					
MSC1																X																				
MNU2																	X																			
MSC5																		X																		
MSC6																			X																	
PTD1																				X																
PTD3																					X															
PMBO																						X														
OCN1																																				
OCN4																																				
SQLQ																																				
SFR2																																				
TDQ1																																				
TDQ2																																				
TIN																																				
TMBC																																				
VFL3																																				

Tabla 1.7 Matriz de Enrutamiento de las centrales telefónicas de Andinatel en Quito - Septiembre/2004.

	CALD	CARP	CCL1	CCL3	COT2	CMB2	ECD1	GJL1	GMN1	IÑQ1	IÑQ3	IÑQ4	LLZ1	LLZ3	MNJ1	MSC1	MNJ2	MSC5	MSC6	PTD1	PTD3	PMBO	QCNI	QCNI	SGLQ	SRF2	TDQ1	TDQ2	TIN	TMBC	VFL3	CVOZ, REOI, EI ANDINATEL PBX, ISF, RDSI	CVOZ, REOI, EI ANDINATEL PBX, ISF, RDSI	CVOZ, REOI, EI ANDINATEL PBX, ISF, RDSI	TOTAL S				
CALD					10,9% 279							34,4% 310				27,2% 278								28,5% 154					23,8% 525										
CARP					58,1% 82							52,5% 403				30,5% 124								41,7% 216					38,1% 401										
CCL1				93,2% 60	28,8% 150		71,3% 30				36,0% 92	83,8% 406	50,1% 30			78,1% 180	43,8% 80	23,6% 80						28,2% 180		22,2% 60	80,5% 240												
CCL3			93,2% 60	36,3% 434			84,8% 31					83,5% 466				69,5% 339								33,8% 240					94,5% 275				25,4% 123						
COT2	10,9% 279	58,1% 82	28,8% 150	38,3% 434			36,2% 434			70,7% 124	33,3% 210	42,8% 930	28,6% 180	19,6% 588		38,3% 464	25,4% 210							89,1% 330		77,0% 30	48,0% 926			24,3% 155			8,8% 60	83,8% 147	83,8% 147				
CMB2												95,3% 434																											
ECD1			71,3% 30	84,8% 31	38,2% 434							95,3% 279				50,3% 185		59,7% 30							51,7% 120		25,7% 30	61,1% 244											
GJL1								87,3% 90			26,6% 80	54,7% 248				44,1% 278		33,8% 80		35,4% 120	29,2% 827									59,0% 310			20,9% 90			20,6% 90			
GMN1												74,7% 210				75,3% 80																							
IÑQ1					70,7% 124						74,7% 210	88,7% 1023				83,1% 556		87,3% 210																			73,8% 120	73,8% 120	
IÑQ3				36,0% 92	33,3% 210		26,6% 80		74,7% 210		79,1% 600	79,1% 600	36,7% 90			60,4% 484		29,0% 270	20,7% 185																		0,0% 80	0,0% 80	
IÑQ4	34,4% 310	52,6% 403	83,8% 210	83,5% 466	42,6% 930	95,3% 434	96,3% 279	54,7% 248		98,7% 1023	79,1% 600	94,3% 434	93,8% 406			73,3% 1332	58,7% 124	65,8% 390	57,1% 330	48,0% 80	48,5% 279			85,0% 310		32,7% 120	98,5% 1081	46,5% 308	96,2% 188	88,2% 310	20,4% 1623	58,0% 2863	58,0% 2863	58,0% 2863					
LLZ1				50,1% 30	28,6% 180							84,3% 210				57,1% 210		38,7% 80	40,7% 30																		100,0% 30	100,0% 30	
LLZ3					19,5% 589							83,8% 498				79,7% 277																					16,1% 246	16,1% 246	
MNJ1																90,7% 37		53,7% 80																					
MSC1	27,2% 278	30,5% 124	76,1% 180	89,5% 339	39,3% 464		50,3% 185	44,1% 278	75,3% 60	83,1% 556	80,4% 484	73,3% 1332	57,1% 210	79,7% 277	90,7% 37	37,6% 122	84,7% 570	72,6% 481		70,3% 80	43,8% 215		64,3% 308	83,4% 420	185		50,1% 120	91,9% 1288	80,8% 185	61,9% 371	30,5% 831	70,2% 1559	70,2% 1559						
MNJ2																58,7% 124																							
MSC5			43,8% 80		25,4% 210		58,7% 30	33,8% 90		87,3% 210	29,0% 270	88,7% 380	38,7% 80																										
MSC6				23,6% 80								20,7% 185				72,6% 481		24,0% 210																					
PTD1								35,4% 120								70,3% 80																							
PTD3								29,2% 527					48,5% 279								73,9% 120																		
PMBO																																							
QCNI												85,0% 310				64,3% 308		46,6% 120																					
QCNI	28,5% 154	41,7% 216	28,2% 180	33,8% 240	89,1% 330		51,7% 120	57,8% 480	87,8% 240	84,0% 240	28,8% 330	37,0% 450	31,0% 210	57,2% 180	73,4% 241	34,4% 420	91,9% 210	19,1% 570	17,1% 403																				
SGLQ																93,4% 185																							
SRF2																																							
TDQ1				22,2% 60			25,7% 30	31,2% 60																															
TDQ2	23,6% 525	39,1% 401	80,5% 240	94,5% 275	48,0% 928	54,9% 493	81,1% 244	59,0% 492	98,7% 120	74,3% 740	75,6% 570	98,5% 1081	95,8% 180	80,4% 275	90,1% 80	91,8% 1268	58,3% 182	58,2% 720	47,8% 461																				
TIN																48,5% 308																							
TMBC						24,3% 155																																	
VFL3								59,0% 310	92,5% 80			88,2% 310				61,9% 371		83,8% 80																					
TOTAL	24,4% 1546	44,1% 1208	57,8% 1352	59,8% 1998	33,6% 5559	83,6% 1082	57,9% 1383	43,7% 2845	77,5% 570	77,2% 3223	54,5% 3161	27,3% 15405	60,1% 1320	57,8% 2213	72,9% 458	53,2% 11499	64,5% 898	50,4% 3720	43,6% 2180	55,8% 811	59,7% 1842	71,8% 647	82,9% 2305	16,2% 8817	81,4% 1002	71,5% 958	33,4% 1290	62,0% 19571	53,3% 4281	84,1% 615	73,3% 2961	28,1% 8043	61,9% 5883	58,4% 110887					

Tabla 1.8 Matriz de Circuitos de las centrales telefónicas de Andinatel en Quito - Septiembre/2004.

En las Tablas 1.7 y 1.8, se puede observar el tráfico entre las centrales telefónicas de la ciudad de Quito en la hora pico local por ruta.

Andinatel también ofrece acceso ADSL, a través de la cual, proporciona una velocidad de transmisión de datos de 8 Mbps como tráfico entrante al cliente y hasta 1,5 Mbps como saliente. Mediante ADSL la voz y los datos se separan, de manera que se puede hablar por teléfono aunque el computador esté conectado a Internet. También ofrece conexiones de Banda Ancha ADSL para el mercado corporativo o residencial. Otras posibles aplicaciones son: Video Conferencia, Juegos en línea, multimedia, oficina remota, educación a distancia, etc.

1.9 SERVICIOS QUE PRESTA ANDINATEL A TRAVÉS DE LA PSTN [8].

ANDINATEL S.A. a través de su Red de Telefonía ofrece los siguientes servicios a sus clientes:

1.9.1 SERVICIOS TELEFÓNICOS.

- DISCADO DIRECTO LOCAL (DDL).

Servicio telefónico que se presta a nivel urbano y rural.

- DISCADO DIRECTO NACIONAL (DDN).

Servicio telefónico automático que permite al cliente comunicarse a través de un indicativo asignado, con cada una de las diferentes ciudades del país, que cuenten con marcación automática.

Ejemplo: (06) 295 1453

0 Prefijo Interurbano y 6 Indicativo Interurbano.

295 1453 Número de usuario de destino.

- DISCADO DIRECTO INTERNACIONAL

Permite llamar directamente al exterior, marcando los indicativos correspondientes a cada ciudad y país. Este servicio es de fácil marcación y comunicación directa desde cualquier línea telefónica, los códigos se encuentran en los directorios telefónicos del país.

Ejemplo: 00 57 1 2288751

00 Prefijo Internacional

57 Indicativo de país (Colombia)

1 Indicativo Interurbano (Bogotá)

2288751 Número de usuario

1.9.1.1 Servicios Suplementarios.

- LLAMADA EN ESPERA.

Con este servicio mientras el cliente está hablando, podrá recibir una segunda llamada, cuando esto suceda el teléfono emite una señal. El cliente podrá dejar la conversación inicial en espera y contestar esa segunda llamada, y luego reanudar la primera el momento que lo desee.

- TRANSFERENCIA DE LLAMADAS.

Permite recibir las llamadas telefónicas realizadas a un número, en otro número previamente registrado. Se puede transferir las llamadas a cualquier número (local, celular, regional y nacional). El cliente paga por recibir la llamada a la tarifa del servicio transferido, es decir, si deja transferidas las llamadas a un número celular, paga las llamadas que recibe con tarifa celular y quién llamó, paga con tarifa local.

- MARCACIÓN ABREVIADA

Permite llamar directamente, marcando solamente uno o dos dígitos, a un número previamente registrado en el aparato telefónico, que corresponde al cliente llamado. Se pueden registrar hasta 99 números.

- FACTURACIÓN DETALLADA

Permite obtener un listado detallado de las llamadas regionales, nacionales e internacionales, así como también a teléfonos celulares, con información como fecha, hora, número llamado y tiempo de duración.

- DETECCIÓN DE LLAMADAS

Cuando el cliente requiere saber de dónde provienen las llamadas que entran al teléfono –por ejemplo, llamadas maliciosas o amenazantes-; este servicio registra en cinta magnética el número, hora y duración de las llamadas que el cliente recibe. Y al cabo del tiempo que el cliente haya contratado el servicio recibirá de parte de ANDINATEL S.A. un reporte de todas y cada una de las llamadas que haya recibido en el teléfono. La grabación puede durar desde 7 días hasta 1 mes.

- IDENTIFICADOR DE LLAMADAS.

Este servicio permite la verificación, antes de contestar el número llamante, mediante un equipo especial que será conectado al aparato telefónico del cliente. En la pantalla aparecerá el número de quién origina la llamada.

1.9.1.2 Servicios Especiales.

- LÍNEAS TELEFÓNICAS TEMPORALES

Servicio especial que da la empresa para que se pueda conectar al servicio telefónico por períodos de hasta 30 días, por lo general este servicio es utilizado en eventos especiales como ferias, elecciones, eventos deportivos y eventos políticos.

- CIRCUITO DE 4 HILOS TEMPORALES NACIONALES

Instalación de Circuitos temporales a 4 hilos¹ contratados por un lapso inferior a treinta días.

BENEFICIOS

- Instalación temporal.
- Instalación temporal local y nacional e internacional.
- Facilidad para conexión local, regional, nacional e internacional.

- CIRCUITO DE 4 HILOS TEMPORALES INTERNACIONALES

Instalación de circuitos temporales a 4 hilos cuyas tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las empresas de Telecomunicaciones.

El costo es diario y los costos adicionales de los países correspondientes y de los eventuales puntos de tránsito son tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

¹ **4 hilos:** Con la operación a cuatro hilos las señales se propagan en direcciones opuestas, están físicamente separadas y, por lo tanto, pueden ocupar los mismos anchos de banda una con otra. Con lo que se duplica el ancho de banda y la capacidad de información en cualquier dirección, en comparación con un circuito de dos hilos.

- **SERVICIO DE FACSIMILE NACIONAL E INTERNACIONAL**

Este servicio permite reproducir imágenes fijas, documentos manuscritos, impresos, fotografías u otros, de forma permanente y a distancia, a través de una línea telefónica. Este servicio de facsímil tiene 3 modalidades que son:

1. BUROFAX.- Comunicación que se establece entre una Sucursal de Andinatel y otra oficina de telecomunicaciones en el mundo.
2. BUROFAX - TELEFAX .- Comunicación que se establece entre una Sucursal de Andinatel y un terminal de facsímil de un cliente.
3. TELEFAX - BUROFAX .- Comunicación que se establece entre un terminal facsímil de un cliente y una Sucursal de Andinatel, con la entrega del documento en la misma Sucursal.

Este servicio tiene las siguientes ventajas:

- Posibilidad de transmisión de gráficos.
- Más confiable que una comunicación verbal.
- Transmisión y recepción inmediata a nivel nacional e Internacional.

El documento recibido es igual al original

1.9.1.3 Servicios de VoiceMail.

- **MENSAJERÍA DE VOZ**

Con este servicio, la central telefónica actúa como una máquina contestadora, que almacena los mensajes cuando el cliente está ocupado o cuando no se encuentra.

- MENSAJERÍA DE FAX

Si el fax está ocupado, le falta papel o no contesta, los mensajes son almacenados digitalmente en casilleros de *voice mail* hasta cuando el usuario decida recuperarlos.

- TELÉFONO VIRTUAL

Este servicio asigna un número telefónico (no una línea telefónica), al cual se pueden enviar mensajes, los mismos que automáticamente se almacenan para que el usuario pueda recuperarlos desde cualquier teléfono público o residencial.

- FAX VIRTUAL

Este servicio asigna un número telefónico (no una línea telefónica), al cual se puede enviar faxes, los mismos que automáticamente se almacenan para que el cliente pueda recuperarlos desde una máquina de fax en cualquier línea telefónica.

1.9.1.4 Servicios por Operadora.

- OPERADORA 101 – POLICÍA NACIONAL

Comunica directamente con la Policía Nacional. Brinda ayuda a quien solicite o receipta información sobre disturbios públicos y accidentes de tránsito.

- OPERADORA 102 – CUERPO DE BOMBEROS

Llama al Cuerpo de Bomberos. Brinda ayuda inmediata en caso de incendios, derrumbe de viviendas, etc.

- OPERADORA 105 – LARGA DISTANCIA NACIONAL

Contacta con una operadora que llamará por el usuario a cualquier número dentro del país.

- OPERADORA 116 Y 117 – LARGA DISTANCIA INTERNACIONAL

En estos números, las operadoras le comunican al usuario con cualquier teléfono internacional.

- OPERADORA 132 Y 133 – REPARACIONES

Se puede reportar a estos números cualquier daño en las líneas telefónicas.

1.9.2 SERVICIOS EMPRESARIALES.

1.9.2.1 Servicios Empresariales Varios.

- CENTREX.

Este servicio actúa como un PBX virtual, que le permite a una empresa que dispone de un solo número telefónico enrutar las llamadas a diferentes destinos dependiendo del día, hora y origen, tal como funciona una centralita telefónica.

No es necesario que el usuario tenga una centralita. ANDINATEL hace el trabajo de conmutación interna.

- TELÉFONOS REMOTOS.

Con este servicio, el usuario puede contar con un teléfono en un lugar en donde no existe red telefónica, gracias a una transmisión por radio.

1.9.2.2 Servicios de Transmisión de Datos.

- CANALES TELEFÓNICOS TELEIMPRESOS.

Es un servicio para interconectar dos oficinas en el país en forma permanente las 24 horas, y que permite transmisión de datos a nivel nacional, a través de redes analógicas y digitales.

BENEFICIOS

- Fácil acceso.
- Permite comunicación de paquetes.
- Conexión a altas velocidades.
- Cobertura nacional.

- CANALES TELEGRÁFICOS.

Permite el envío de mensajes escritos a nivel local y nacional, y transmisión de mensajes escritos de punto a punto.

- TÉLEX.

Es un sistema de intercambio de teleimpresión de llamada directa que permite a los abonados enviar mensajes y datos directamente a otros abonados y, a través de redes de operadoras internacionales, a otras muchas partes del mundo. Los abonados de télex también pueden enviar mensajes a los no abonados de télex, a través de centros especializados de comunicaciones que hacen llegar los mensajes en forma de telegramas. Es un servicio proporcionado por ANDINADATOS.

1.9.2.3 Plataforma Inteligente.

- 1-800 LIBRE LLAMADA

Con el 1-800, los clientes acceden con más facilidad a los servicios ofrecidos por una empresa, ya que comunicarse con ésta no representará ningún costo para el cliente (el valor de la llamada lo absorbe la empresa).

FUNCIONES DEL SERVICIO.

Enrutamiento por origen, enrutamiento por día, enrutamiento por hora, enrutamiento por porcentajes, simultaneidad de llamadas, llamada reenrutada, autenticidad (código secreto), cola de espera, restringir llamada, anuncio personalizado.

- 1-185 LLAMADA CON COBRO REVERTIDO AUTOMÁTICO

Con este servicio, la llamada se carga a la cuenta del número al que el usuario llama, siempre y cuando la llamada sea aceptada por quien contesta. En estas llamadas no interviene el operador.

BENEFICIOS

- Llamada sin restricción desde cualquier número telefónico utilizando un teléfono de tonos.
- Llamadas empresariales, es decir con cargo a la empresa que el cliente llame.
- Control, ya que permite cargar las llamadas a una cuenta.

- 162 TARJETA PREPAGO

Desde cualquier teléfono digital o público el usuario puede hacer llamadas locales, regionales, nacionales, internacionales o a la red celular, utilizando el

servicio de Tarjeta Prepago Expressalo. El costo de cada llamada se debita del valor de la tarjeta prepago.

- 1-181 TARJETA DE CRÉDITO DE TELECOMUNICACIONES

Con este servicio, el cliente utiliza cualquier teléfono para hacer una llamada y el costo de la misma se carga a su tarjeta de crédito.

BENEFICIOS

- Llamada sin restricción desde cualquier número telefónico.
- Tarifas predeterminadas.
- El usuario puede hacer todas las llamadas que desee, hasta alcanzar el cupo de la tarjeta.

- 1-900 SERVICIO DE KIOSKO

Con este servicio, el usuario puede vender información por teléfono. Quien hace la llamada, paga la tarifa normal y un sobrecargo correspondiente al suministro de la información.

BENEFICIOS

- Cobertura geográfica de Andinatel.
- El suscriptor define la tarifa, que quiere cobrar por minuto y ésta será aprobada por la SENATEL.
- Permite a los editores independientes difundir información: previsiones meteorológicas, consulta de cuentas bancarias, actualidades, etc.
- Es un negocio para el suscriptor, ahora cuenta con un medio económico para vender su información, que puede ser: horóscopo, itinerarios, chistes, chismes de moda, espectáculos, noticias, etc.

- 1-700 NÚMERO DE ACCESO UNIVERSAL

Este servicio permite recibir llamadas desde cualquier punto del país, las mismas que serán facturadas de la siguiente manera: El llamante, desde el origen de la llamada hasta la red inteligente, y el cliente, desde la red inteligente hasta el dueño del servicio 1-700. Este servicio también permite atender las llamadas de forma flexible, en función de la procedencia, día y hora en que se originen.

BENEFICIOS

- Cobertura local y nacional.
- Servicio Inteligente con múltiples funciones programables.
- Flexibilidad; este servicio se adapta a la agenda personal y profesional del cliente.
- Comercialmente, permite ofrecer a los usuarios un número único para todas las agencias independientemente del área geográfica: bancos, servicios de entrega a domicilio, ventas, etc.

- 1-702 NÚMERO PERSONAL UNIVERSAL

Éste es un servicio de movilidad, en donde todas las llamadas dirigidas a un teléfono personal son encaminadas al teléfono donde el usuario se reportó por última vez.

BENEFICIOS

- Servicio Inteligente.
- Flexibilidad; este servicio se adapta a la agenda personal y profesional del cliente.
- Es un complemento del teléfono celular.

- 1-805 VOTACIÓN DE SONDEO Y OPINIÓN

Permite realizar por teléfono encuestas, sondeos de opinión, consultas, concursos y demás, que requieren de amplia participación del público.

BENEFICIOS

- Rapidez y agilidad; realiza sondeos de manera inmediata, más ágil que cualquier otro sistema.
- Prueba de *rating* para las emisoras; certificación del nivel de audiencia.
- Economía; un sondeo telefónico cuesta menos.
- Interactividad; el promotor del concurso interactúa con los participantes.

- 1-706 RED PRIVADA VIRTUAL

Es un servicio empresarial mediante el cual con un plan de numeración privada con cobertura nacional, se establece una red de comunicaciones privadas e interactivas entre las diferentes sedes, dependencias o funcionarios, sin que se limite el acceso desde y hacia la red pública telefónica.

BENEFICIOS

- Alcance nacional, soportado por la Red Pública Digital de ANDINATEL.
- Acceso a los servicios básicos e inteligentes de ANDINATEL.
- Numeración abreviada para el usuario y facturación detallada.
- Alta calidad y confiabilidad de acuerdo con las necesidades específicas de voz y datos.

1.9.2.4 Red Digital de Servicios Integrados.

La línea ISDN permite tener 2 canales telefónicos de 64 Kbps cada uno, en uno de los canales se puede transmitir voz y en el otro se puede transmitir datos,

o conjuntamente se puede transmitir video o datos sobre los 2 canales (128 Kbps). La línea ISDN se tarifa de acuerdo al tiempo que esté conectado, es decir, es un servicio bajo demanda.

Las aplicaciones de este producto son: Video Conferencia local o internacional, acceso a Internet a alta velocidad, telefonía y transmisión de datos bajo demanda.

- VIDEO CONFERENCIA.

Con este servicio, el cliente puede organizar reuniones de trabajo en forma interactiva con integrantes ubicados en diferentes partes del país y/o del mundo.

BENEFICIOS

- Permite establecer conferencias audiovisuales privadas y en directo a nivel nacional e internacional.
- Agilita la toma de decisiones.
- Racionaliza la inversión del tiempo.
- Facilita la comunicación entre ejecutivos de una misma empresa e inclusive de diferentes compañías.
- Garantiza alta confidencialidad y privacidad.
- Posibilita conferencias en varios países del mundo.

- VIDEO TELEFONÍA

Permite que dos personas hablen por teléfono mirándose entre sí.

- VOZ

Además de la comunicación telefónica normal, si el cliente cuenta con un aparato telefónico RDSI, puede acceder a servicios suplementarios muy útiles como el “CLIP” (identificación de quién le llama, en la pantalla del aparato).

- FAX

Consiste en el envío de documentos desde un terminal fax o computador con la buena calidad y velocidad que brinda RDSI.

- TRANSMISIÓN DE DATOS.

Servicio que permite transferir archivos de un punto a otro, en la misma ciudad o entre diferentes ciudades, así como intercambiar datos y hacer consultas a bases de datos.

- VIDEO VIGILANCIA

Servicio que permite que se coloquen cámaras de video remotas para vigilar diferentes puntos geográficos y se envíe la información a un monitor ubicado en un sitio diferente a los de las cámaras.

1.9.3 SERVICIO AL CLIENTE

- LLAMADAS CON CARGO A DESTINO – COLLECT CALL.

En las llamadas al exterior, se aprovechan las ventajas de llamar por cobrar (*collect-call*) teniendo siempre en cuenta los indicativos de ciudad y país.

2.1 GENERALIDADES [23].

Históricamente, la industria de las telecomunicaciones ha tenido dos métodos para manejar la transmisión de datos. La primera aproximación ha sido transportar los datos por redes clásicas, con circuitos diseñados y operados para cursar la voz.

La segunda aproximación, que se está utilizando, ha sido instalar y operar redes paralelas separadas con alta capacidad de tráfico de datos. Siempre que ha sido posible, las operadoras de red han utilizado portadores de fibra óptica y equipos de transmisión SONET/SDH para las capas más bajas de transporte.

Por otro lado, el coste de la conmutación de paquetes y la tecnología de encaminamiento ha bajado dramáticamente. La alta calidad de la transmisión óptica ha reducido la necesidad de verificar la integridad de los paquetes en cada tramo de transmisión, y de esta forma se ha reducido el tiempo de tránsito en la red haciendo posible la transmisión de voz en forma de paquetes.

Los avances posteriores en la tecnología de paquetes, en particular la tecnología de conmutación de celdas ATM, torna a la infraestructura de datos más adecuada para la voz.

Todos estos cambios hacen que cada vez tenga más sentido que se empiece a desarrollar una red predominantemente de conmutación de paquetes, dado que en el futuro casi la totalidad de los servicios de voz, datos y video tendrán formato de paquetes de datos conocido como datagramas (datos en forma de paquetes para los cuales no es necesario diferentes tipos de infraestructura para su tratamiento).

En el pasado, voz y datos se transportaban a través de redes distintas por varias razones:

- sus características eran muy diferentes;

- los abonados de voz tenían altas expectativas de calidad;
- la mayor parte del tráfico era de voz;
- los ingresos provenían fundamentalmente del tráfico de voz.

Actualmente, es posible la transmisión de voz de alta calidad sobre redes de datos, por eso no tiene sentido justificar técnicamente la separación de ambas redes. El paso hacia la convergencia surge de la necesidad de:

- generar nuevas fuentes de ingresos;
- ofertar servicios multimedia flexibles a los usuarios privados;
- manejar el enorme crecimiento de estos servicios;
- mantener los gastos operacionales en un nivel razonable.

La convergencia ofrece la posibilidad de reducir el costo del ciclo de vida de la red, ya que el suministrador de servicio puede desarrollar todos los servicios sobre una red simple en lugar de hacerlo sobre un número de redes superpuestas.

La solución para poder conseguir esto, es una nueva arquitectura conocida como Red de Próxima Generación (NGN), constituida por:

- Una red base de conmutación de paquetes para el transporte de datos.
- Pasarelas de Medios (MG) que proporcionan interfaces con la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC), abonados y Proveedores de Servicio Internet (ISP).
- Servidores de Llamada (*softswitches*) para el control de la llamada y el servicio.
- Un sistema de gestión de red para el suministro de servicios, garantía del servicio y tarificación de los mismos en la NGN.

Cada operador de telefonía fija del mundo tendrá un conjunto diferente de mecanismos para la migración a las Redes de Próxima Generación (NGN). Estos mecanismos determinarán las etapas para invertir en esta infraestructura, y después para la migración de servicios desde las redes existentes.

Para las operadoras de telefonía fija debe haber una evolución gradual desde la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) e Internet hasta las NGN y esta evolución tiene que estar basada en motores de negocio adecuados y en la factibilidad económica, dicha evolución no solo concierne a la red sino a toda la estructura del negocio de las telecomunicaciones.

2.2 CONMUTACIÓN DE PAQUETES [11].

La conmutación de paquetes es una técnica de transmisión de información en la que los mensajes (que pueden ser voz, video, imágenes o datos puros) se fraccionan en segmentos llamados paquetes. Cada paquete se encapsula en una trama que contiene la dirección de origen, la dirección de su destino, información acerca de cómo volver a unirse los paquetes de un mismo mensaje, su posición en el flujo de datos (uno de cinco, dos de cinco, etc.) e información sobre corrección de errores. Este proceso permite que paquetes de distintas localizaciones se entremezclen en las mismas líneas y que sean clasificados y dirigidos a distintas rutas.

Debido a que la red puede tener muchas conexiones, entonces, también tendría varios caminos entre un remitente y un destinatario. Cada paquete es enviado por un camino distinto si el camino directo está saturado; a esta técnica se la llama "Conmutación de Paquetes".

El transmitir la información en paquetes tiene varias ventajas:

- Permite que varios usuarios compartan la misma conexión.
- Sólo hace falta reenviar los paquetes que se hayan corrompido, y no toda la información desde el principio.

- Los paquetes pueden llevar información de encaminamiento: por donde han pasado, de donde vienen y hacia donde van.
- Además, dado que se trata de información digital, se puede comprimir o encriptar.

CONMUTACIÓN DE PAQUETES vs. CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS.

La conmutación de paquetes se contrapone a la conmutación de circuitos, el método de telefonía más habitual, donde se establece un circuito físico entre los hablantes.

Una diferencia importante entre estos dos tipos de conmutación, es que la conmutación de circuitos mantiene constante el ancho de banda requerido. Por el contrario la conmutación de paquetes bajo demanda adquiere y libera canales por cada mensaje que es enviado. En la conmutación de circuitos se da un desperdicio del ancho de banda cuando el canal asignado se encuentra temporalmente sin uso.

Otra diferencia es que la conmutación de circuitos es transparente al tipo de formato de datos. Los usuarios pueden usar cualquier formato de unidades de datos. En la conmutación de paquetes es necesario especificar el formato de las unidades de datos.

Una diferencia final, está en la facturación. En la conmutación de paquetes se factura por cantidad de bytes o paquetes transmitidos y el tiempo de conexión, pues no interesa la distancia. En la conmutación de circuitos el servicio se factura basado en la distancia y tiempo solamente.

2.3 FUNCIONAMIENTO DE LA VOZ SOBRE REDES BASADAS EN PAQUETES [10].

La calidad de las llamadas telefónicas es principalmente una función de la distorsión y el retardo “boca-oreja”. La distorsión es definida como la desigualdad entre la señal recibida y la señal original.

El retardo “boca-oreja” es el retardo incurrido entre el momento en el que el locutor pronuncia una palabra y el instante cuando el oyente la escucha.

Dependiendo de la clase de red sobre la cual la llamada es transportada, pueden ocurrir diferentes grados de distorsión y retardo. Como resultado de esto, los niveles de calidad van a fluctuar.

Las llamadas telefónicas transportadas sobre la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN o RTPC) no sufren demasiada distorsión. Hoy la mayoría de PSTNs son digitales y transportan las señales de voz en el formato G.711, el cual introduce una pequeña distorsión.

Las redes basadas en paquetes han llegado a incrementar su popularidad para transportar servicios de telefonía. Inicialmente, la telefonía que utiliza redes de paquetes (en la forma de Voz sobre IP) era una alternativa a bajo costo para llamadas a larga distancia. Pero hoy en día, la principal fuerza detrás de este cambio a la telefonía basada en paquetes es una general tendencia hacia las Redes de Próxima Generación (NGN).

Una NGN es mucho más flexible que la PSTN, por lo que una red basada en paquetes no es tan fuertemente limitada a un código como lo es PSTN al código G.711. En otras palabras, cualquier código soportado por ambos terminales del usuario puede ser utilizado en NGN.

2.3.1 PRINCIPIOS DEL TRANSPORTE PAQUETIZADO DE LAS LLAMADAS TELEFÓNICAS.

El precio a pagar por esta flexibilidad adicional es una complejidad también adicional. Esto es porque la voz transportada sobre una infraestructura basada en paquetes probablemente introduciría más retardo y distorsión, lo cual luego tendría que ser manejado. Sin embargo, a pesar de esta complejidad adicional, la telefonía basada en paquetes puede lograr una calidad similar que la de la PSTN.

En la telefonía de conmutación de circuitos, la señal de voz es digitalizada en formato G.711, y la trama de bits es transportada sobre el circuito bidireccional. Como la digitalización introduce un ligero retardo y el formato G.711 introduce una leve distorsión, la calidad es principalmente determinada por el retardo de propagación (determinado por las señales eléctricas u ópticas de la conversación sobre el alambre).

La telefonía basada en paquetes involucra más fases en el transporte de las señales de voz, estas fases introducen más retardo y distorsión que el transporte simple de una trama de bits G.711.

La figura 2.1 muestra las tres fases esenciales en el transporte paquetizado de llamadas de voz: la fase de codificación y paquetización, la fase de transporte, y la fase de decodificación y eliminación de jitter.

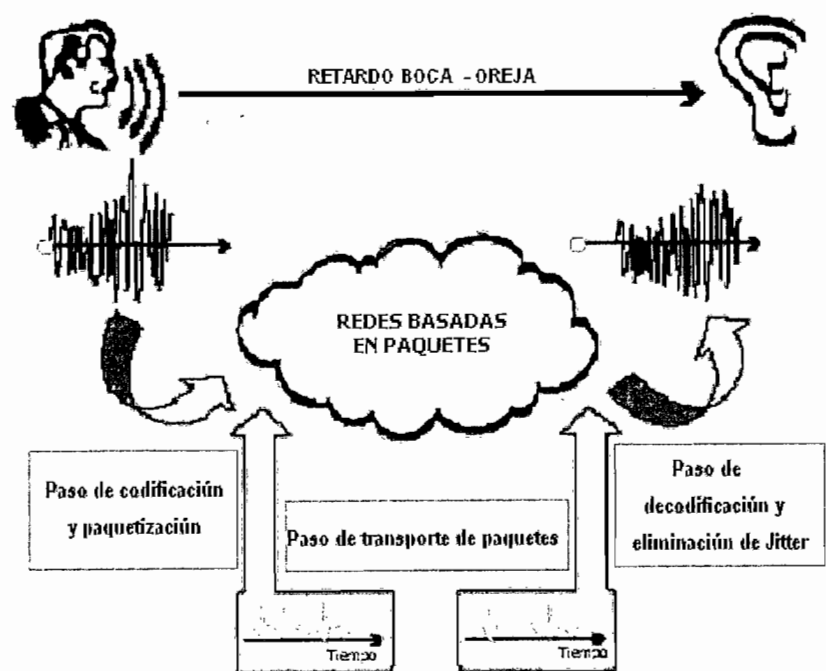


Figura 2.1 Pasos en el transporte paquetizado de llamadas telefónicas [10].

2.3.1.1 Codificación y Paquetización.

En la primera fase, la señal de voz digitalizada (por ejemplo en formato G.711) es codificada y paquetizada. Esta operación puede ser realizada en el terminal del usuario o en una pasarela (por ejemplo, entre una PSTN y una red

basada en paquetes). En el último caso, esto es asumido en el transporte de la señal de voz desde el terminal del usuario a la pasarela e introduce una cantidad despreciable de retardo y distorsión.

El retardo de la paquetización es definido como el tiempo necesitado para recolectar todas las muestras de voz que lleguen en un paquete.

2.3.1.2 Transporte.

En la segunda fase, el flujo resultante de los paquetes de voz es transportado sobre una red basada en paquetes que consiste de varios nodos. El retardo producido al transportar paquetes de voz sobre la red, puede dividirse en dos partes: una parte determinística referida como el mínimo retardo de la red, y una parte estocástica referida como el retardo total de la cola.

El retardo mínimo de la red consiste principalmente del retardo de propagación, la suma de todos los retardos de señalización, y el retardo de búsqueda de ruta. Se asume que las actualizaciones de la ruta son poco frecuentes y que la probabilidad de que una ocurra durante una llamada telefónica es despreciable. Entonces, el retardo mínimo es constante.

El retardo total de la cola es la suma de los retardos de cola en todos los nodos por donde se pasa. El retardo de cola en un nodo de red se debe a la competición de varios flujos por los recursos disponibles en la cola del nodo.

El retardo total de la cola es el responsable del jitter introducido en el flujo de voz. Eso es, un flujo de paquetes de voz que ingresó a la red con tiempos constantes de llegada no sale de la red de la misma manera, porque algunos paquetes de voz son retardados más que otros.

El jitter (también referido en redes basadas en paquetes como la variación del retardo de un paquete) es definido como la diferencia del retardo entre el paquete más rápido y el paquete más lento.

Hay que destacar que durante el transporte de los paquetes en la red, una fracción de los mismos se puede perder, debido a las colas de sobreflujos o debido al transporte erróneo sobre enlaces inestables.

2.3.1.3 Decodificación y eliminación de jitter.

La eliminación del jitter es absolutamente necesaria. Por consiguiente, el decodificador necesita paquetes de tamaños fijos; el flujo de paquetes que viene con jitter introducido, de la segunda fase, en esta etapa, recibe un tratamiento para eliminar el jitter y posteriormente, decodificarlo.

La eliminación de jitter de un flujo de voz consiste en detener los paquetes rápidos en el buffer de eliminación de jitter para poder alcanzar a los paquetes lentos. Los paquetes rápidos son aquellos que no tienen que hacer cola en ninguno de los nodos. Como la voz puede tolerar alguna pérdida de paquete, no es una obligación que el mecanismo de eliminación de jitter tenga que esperar por los paquetes más lentos. Una pequeña fracción de los paquetes puede aceptarse con retraso. Esta fracción de paquetes retrasados se la denomina pérdida de eliminación de jitter.

Si el buffer de eliminación de jitter supiera si el primer paquete que llegó era rápido o lento, éste podría precisamente compensar el retardo de cola. Como este conocimiento generalmente no está disponible, el mecanismo de eliminación de jitter puede asumir el peor caso (por ejemplo asumir que el primer paquete que llegó era el más rápido posible) o intentar conocer gradualmente cómo el retardo de los primeros paquetes se relaciona con el retardo de los paquetes consecutivos.

El retardo de eliminación de jitter es definido como el retardo agregado al posible paquete más rápido para compensar al retardo de la formación de colas del paquete más lento. La pérdida y el retardo de eliminación de jitter están inversamente relacionados: cuando incrementa el retardo conlleva a una pérdida baja y viceversa.

La eliminación de jitter, la decodificación y el control de eco pueden ser desarrollados tanto en el terminal de usuario como en la pasarela. En este último caso, se asume otra vez que el transporte de la señal de voz desde la pasarela al terminal de usuario introduce un retardo y distorsión despreciable.

2.4 RED DE PRÓXIMA GENERACIÓN.

Es la una única red que suministra múltiples aplicaciones (voz, datos, video) a múltiples dispositivos, tanto fijos como móviles. Además, todas las aplicaciones se pueden suministrar sobre un único acceso a las instalaciones del usuario, utilizando tecnología de acceso de fibra, cobre o inalámbrica. La elección de la tecnología de acceso es simplemente una cuestión de coste y de los requerimientos de ancho de banda.

Las redes NGN utilizan un plano de transporte común basado en el protocolo IP que es el “integrador de servicios” universal para las aplicaciones de voz, datos y video, tanto fijos como móviles. Todos los servicios se transportan por una red IP común que no es el ‘Internet público’ actual (aunque se conectará al Internet público). Con más razón, se puede pensar que el Internet actual puede llegar a ser una aplicación ó servicio a suministrar por la NGN, transportado por tecnología IP.

En un entorno de redes NGN, el IP ofrece una amplia funcionalidad, ya que se origina y termina en el servidor o en el terminal del usuario (para asegurar la comunicación perfecta). Los usuarios demandarán esta transparencia para que sus aplicaciones funcionen correctamente en todo momento. Por lo tanto, este requerimiento hace esencial extender la gestión de servicios al servidor o al terminal del usuario.

El marco de trabajo de las NGN no es sólo el de facilitar la convergencia de voz y de datos, sino también la convergencia del transporte óptico y de la tecnología de paquetes, así como de las redes fijas y móviles.

Desde el punto de vista de las operadoras, el transporte ya no proporciona ingresos suficientes, de forma que necesitan ofrecer a los usuarios finales una amplia gama de servicios útiles y fáciles de usar con el fin de generar ingresos y seguir siendo competitivos. Consecuentemente, las NGN están impulsadas por los servicios, proporcionando todos los medios necesarios para ofrecer nuevos servicios y personalizar los ya existentes con el fin de generar ingresos en el futuro.

FACTORES QUE IMPULSAN EL CAMBIO HACIA LA NGN.

Durante muchos años la industria en general ha realizado continuos cambios encaminados a mejorar la calidad, fiabilidad, facilidades y costes de las redes telefónicas y su infraestructura. Se ha introducido la conmutación digital, la transmisión por fibra óptica, la Red Inteligente (*Intelligent Networks, IN*) y centenares de facilidades en el tratamiento de la llamada. Si embargo, el carácter fundamental de las redes telefónicas (conmutación de circuitos en banda angosta, optimizada para tráfico de voz) ha permanecido sin cambios.

En los años finales del milenio pasado la voz, datos y video, han cambiado lo suficiente para hacer que en la práctica exista una convergencia hacia la multimedia. Estos cambios se los puede resumir de la siguiente manera:

- 1) El tráfico de datos o la demanda del mercado está creciendo rápidamente, tanto en el segmento residencial de alto consumo como en el sector empresarial. Por lo tanto, es necesario que las redes del futuro transporten los datos de manera eficiente y con buena calidad, siendo necesario disponer de una arquitectura de red en modo paquete (IP). La siguiente gráfica muestra como decrece la proporción de tráfico de voz del tráfico total a nivel mundial.

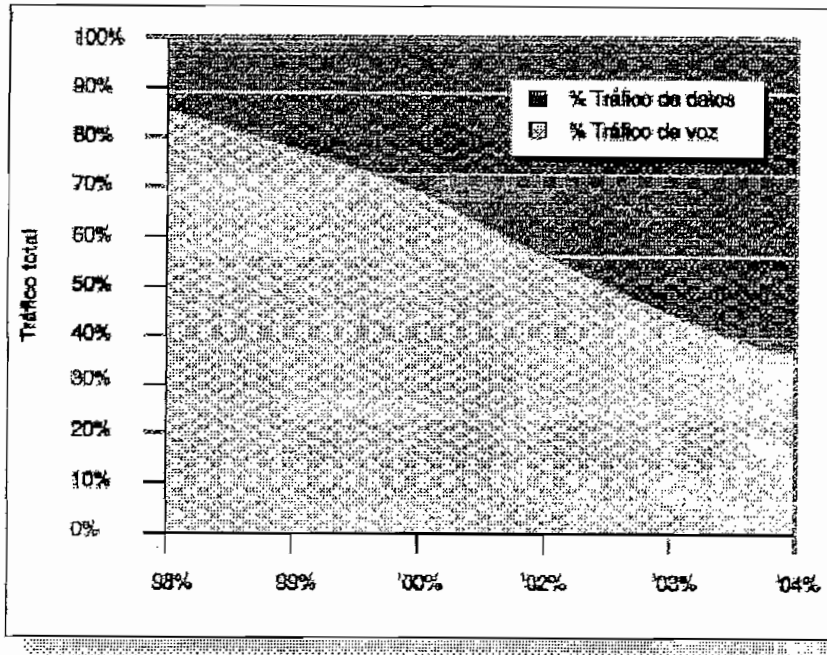


Figura 2.2 Variación del tráfico de voz y de datos a nivel mundial [3].

- 2) El coste y las características de los equipos de transmisión y conmutación IP (tecnología de paquetes de banda ancha), son más efectivos en la actualidad que la conmutación de circuitos. La tecnología óptica de Multiplexación por Longitud de Onda (*Wavelength Division Multiplexing* o *WDM*) y los enrutadores de nueva generación tendrán una amplia utilización en las redes avanzadas, dentro de los próximos años. Los conmutadores de Modo de Transferencia Asíncrona (*Asynchronous Transfer Mode* o *ATM*) permitirán hacer una transición de las redes actuales a la NGN.
- 3) En todo el mundo, la competencia, la liberalización y la privatización están siendo los motores que animan a las compañías ofrecer servicios más atractivos y más eficientes en costes y funcionalidad.

No parece posible que la RTPC sea reemplazada de la noche a la mañana; sin embargo, los análisis tecnológicos y de mercado sugieren que entre un 10 y un 30%^[3] de los clientes actuales podrían ser servidos por NGN (convergencia a paquetes) en los próximos 5 años, y que éstos serán los clientes más rentables.

Por otro lado, la tecnología básica actual de los conmutadores de circuitos, elementos altamente fiables de la infraestructura RTPC, ha evolucionado lentamente; sin embargo, nunca se optimizaron para datos. Por este motivo, al tener más tráfico de datos que fluye a la red pública vía Internet, se ha evidenciado que se requiere un enfoque más orientado a los datos para el diseño del conmutador del futuro, basado en tecnología de paquetes para el transporte común de voz y datos.

El transporte basado en paquetes permite un dimensionamiento flexible del ancho de banda, eliminando la necesidad de grupos de enlaces de tamaño fijo para la voz y, de este modo, facilitando la gestión de las estructuras de red. Menos, pero más potentes, entidades de control de llamadas en la red, permiten migraciones de *software* más eficientes en los nodos que la controlan, reduciéndose de este modo los costes operativos.

Como se describe en el numeral 1), los ingresos debidos a la voz tienden a seguir decreciendo y la tendencia de tarifa plana de acceso a Internet se está imponiendo, y es por esto, que los operadores tienen que pensar en otros medios para compensar estas pérdidas. Por consiguiente, se busca nuevos servicios avanzados y aplicaciones que les permitan retener e incluso extender su base de clientes y, de esta manera, mantener altos beneficios.

Las oportunidades de servicio más interesantes residen en una variedad de aplicaciones que integran servicios de telefonía, datos Internet y/o video en la propia aplicación.

Todos estos avances dan la oportunidad a los nuevos operadores de invertir en infraestructuras que tengan un generoso potencial de mezcla de servicios, con costes medios comparables ó mejores que los de los operadores históricos, generando con esto una mejor competencia que a la final favorece al consumidor.

2.5 CONVERGENCIA DE SERVICIOS [13].

En la actualidad, la mayoría de las redes se diseñan para suministrar servicios relacionados con una aplicación específica:

- Las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) transportan aplicaciones de comunicación vocal.
- Las redes de datos, como las redes de protocolo Internet (IP), proporcionan servicios Internet como el acceso a la *World Wide Web* (WWW) y el correo electrónico.
- Las redes móviles proporcionan aplicaciones de comunicaciones móviles.
- Las redes de cable ofrecen servicios de distribución de televisión, etc.

Las redes del futuro, como la Red de Próxima Generación (NGN), emplean un método radicalmente diferente ya que no está diseñada para soportar ninguna aplicación particular. En su lugar, esta nueva arquitectura de red puede ofrecer todos los tipos de aplicaciones mediante la “convergencia de servicios”. Con NGN, algunos servicios específicos de una red se pueden ofrecer a través de otra red de servicios. Como ejemplo, la arquitectura abierta de una red de paquetes le permite transportar servicios de voz. Similarmente, servicios móviles multimedia son ofrecidos por redes móviles de tercera generación (3G) y acceso inalámbrico.

Convergencia de servicios significa que varios servicios de abonado se proporcionan por el mismo equipo de telecomunicación, el mismo terminal, el mismo enlace de acceso, el mismo medio de transporte, el mismo elemento de control, o el mismo *software* de aplicación.

Esta convergencia se puede aplicar en diferentes lugares de la red o en el borde de la red. Un servidor de red puede ofrecer la convergencia de servicios, como es el caso de los servidores unificados de mensajería. Y, naturalmente, la convergencia de servicios puede tener lugar a nivel de infraestructura de red usando, por ejemplo, el mismo equipo de conmutación de redes IP para conmutar datos y voz.

La convergencia de servicios a nivel de infraestructura de red, permite que servicios similares sean ofrecidos en diferentes redes:

- Servicios de voz en RTPCs, redes de datos y televisión por cable (CATV).
- Servicios de datos en redes de datos, redes móviles y CATV.
- Servicios de voz de valor añadido en RTPCs y redes móviles.

Además, las RTPCs y las redes de datos convergen usando *softswitches*¹ y pasarelas basadas en la tecnología NGN.

Esta convergencia de servicios, es el resultado de una necesidad a corto y medio plazo, impulsada por el competitivo entorno actual y por el deseo de la gente de mejorar las comunicaciones. Otra razón para la convergencia de servicios en la red (o convergencia de redes) está dirigida por los operadores para reducir el CAPEX² (gastos de capital) y el OPEX³ (gastos operativos), ya que sólo se necesita una red para proporcionar todos los servicios.

2.6 ARQUITECTURA DE LA RED NGN [3].

La NGN es una arquitectura horizontal, con interfaces abiertas en cada capa, que lleva a cabo la convergencia de servicios. La arquitectura consta básicamente de cuatro capas:

- 1) Servicio (gestión y aplicaciones).
- 2) Control.
- 3) Medio (núcleo y bordes).
- 4) Acceso.

¹ **Softswitch:** Término genérico para cualquier software pensado para actuar de pasarela entre la red telefónica y algún protocolo de VoIP, separando las funciones de control de una llamada de la Pasarela de Medios.

² **CAPEX (Capital Expenses):** Gastos del capital.

³ **OPEX (Operational Expenses):** Gastos operacionales.

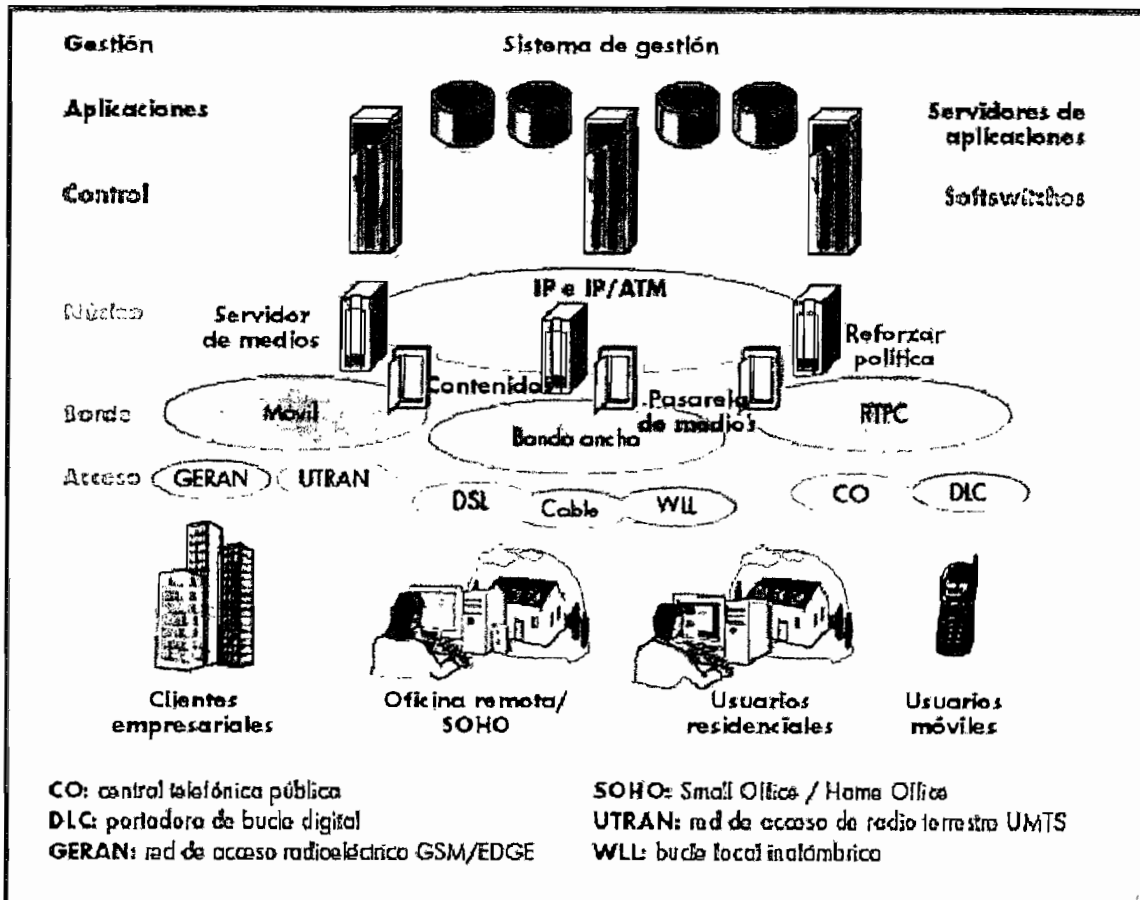


Figura 2.3 Arquitectura de la Red de Próxima Generación [13].

Las principales características de la NGN son: su carácter abierto, la separación de capas de aplicación, control y medios, la red básica de paquetes, el soporte multimedia y, finalmente, la movilidad generalizada. Estas características permiten a un abonado pasar fácilmente de una red de acceso a otra. La convergencia de servicios se puede implementar en cada una de estas capas.

La apertura de cada capa permite a un componente de red compartir los recursos de otra capa mediante una interfaz abierta; también puede proporcionar servicios relacionados a través de esta interfaz siempre que se soporte el servicio por el pertinente componente de red. Por ejemplo, el servicio de voz se podría controlar por un *softswitch* y soportarse por redes fijas, móviles y de datos.

La separación de las capas de control y medios permite al servicio de sesión ser transportado independientemente del medio de transporte. Las redes de paquetes proporcionan asignación dinámica de ancho de banda y

multiplexación estadística, haciéndolas ideales para transportar servicios multimedia.

La convergencia de servicios es también posible a nivel de terminal, a medida que los terminales se hacen más y más inteligentes.

El nuevo concepto de red se basa en dos aspectos fundamentales:

- Transporte en modo datagrama con direccionamiento unicast (punto a punto) y multicast (punto a multipunto).
- El cliente puede tener acceso a cualquier servicio de la red sin importar el sitio donde se encuentre.

El transporte en modo datagrama permite la agregación de todo tipo de tráficos, independientemente del tipo de servicio. De hecho, estructura la información separando perfectamente, el contenido del direccionamiento, siendo este último, encaminado de extremo a extremo y de forma individualizada sin necesidad de ningún procedimiento de señalización. Esto proporciona una total flexibilidad en el transporte de la información permitiendo que un determinado servicio pueda manejar, simultáneamente, los flujos de información de manera diferente.

El direccionamiento de la información se realiza por medio de la dirección de destino del datagrama y de acuerdo a las tablas de encaminamiento de los nodos de conmutación de la red. Estas últimas son establecidas de forma automática por los procedimientos de enrutamiento.

El hecho de que la información se transporte en modo datagrama tiene una enorme trascendencia; implica que las comunicaciones son siempre de extremo a extremo e igualitarias. Esto hace que el nuevo concepto corresponda a una estructura de red abierta, lo que tiene un enorme impacto en la estructura de negocio y en todos los aspectos comerciales de la provisión de servicios.

Existen dos procedimientos fundamentales de direccionamiento:

- 1) El direccionamiento *unicast* permite el encaminamiento de cada datagrama desde el origen a un solo destino.
- 2) El direccionamiento *multicast* permite el encaminamiento de cada datagrama desde un origen hasta un conjunto bien definido de destinos. Por tal razón, se adapta perfectamente, a servicios que impliquen el transporte de la información de punto a multipunto, como distribución de televisión, y de multipunto a multipunto como en el caso de la multiconferencia.

Es necesario mencionar que existe una tercera modalidad de encaminamiento denominada *broadcast*, que permite encaminar los datagramas desde un origen a todos los destinos posibles de la red. Este último direccionamiento no tiene ningún interés dentro de un contexto de la red pública, por lo que no es considerado.

En la práctica, las redes IP clásicas sólo soportan el direccionamiento unicast, lo que supone una deficiencia crítica para soportar servicios multimedia, ya que como se ve el direccionamiento multicast es un elemento fundamental en estos escenarios que condiciona fuertemente la estructura de la red y de las técnicas de transporte utilizadas.

Por otra parte, la estructuración de los tráficos en forma de datagramas simplifica en gran medida su agregación, sacando partido de la tecnología disponible. Esto permite desarrollar conmutadores de muy alta capacidad y de bajo precio.

Por tanto, la estructura de la NGN es claramente IP/WDM (*Internet Protocol/Wavelength Division Multiplexing*); ésta contrasta, fuertemente con la red clásica, sobretodo por la enorme simplificación del equipamiento y por sus prestaciones, especialmente a lo referente a la implantación de servicios.

Existen actualmente dos tipos de jerarquías aplicables:

1) Jerarquía Digital Síncrona (*Synchronous Digital Hierarchy o SDH*).

En el ámbito de la SDH existen múltiples escenarios de aplicación, ya que ésta soporta agregación de tráfico en capa 2. Sin embargo, en este contexto solo se aplican interfaces del tipo *Packet over Sonet (PoS)*, por lo que las interfaces físicas posibles son fundamentalmente STM – 16, STM – 64 y, en el futuro, STM – 256. Este tipo de interfaces se plantean para soportar enlaces de red, ya que en el entorno de cliente no están desarrollados y su coste es superior a otras alternativas.

2) Jerarquía Digital Ethernet.

Expresa la consolidación de las diferentes interfaces desarrolladas en el entorno de red privada como soluciones de WAN. Estas interfaces se adaptan perfectamente a los requisitos de una red de datagramas. Sin embargo, su funcionalidad estaba restringida al entorno privado, ya que, entre otras cosas, eran interfaces de medio compartido, lo que supone la imposibilidad de establecer criterios de calidad de servicio.

El problema descrito para JDE está superado en la actualidad, disponiéndose de las interfaces 100BASE, 1000BASE (Gigabit Ethernet) y 10000BASE (10Gigabit Ethernet). La utilidad de estas interfaces se plantea fundamentalmente en el acceso del cliente.

Como conclusión, se puede resumir que la pila de niveles ISO para la red NGN tiene la siguiente estructura:

- IP en el nivel 3.
- Ethernet o PoS en el nivel 2.
- Fibra óptica (con o sin WDM) o pares de cobre (con o sin xDSL) en el nivel 1.
- MPLS (*MultiProtocol Label Switching*) en el nivel 2.5; es decir, en el troncal, principalmente para proveer de manera escalable y eficaz el servicio de VPN, y para proporcionar soluciones de ingeniería de tráfico.

Las propiedades de la nueva estructura son las siguientes:

- Reduce drásticamente el equipamiento.
- Proporciona muy alta relación capacidad/costo.
- Proporciona calidad de servicio y seguridad en un contexto de provisión de servicios multimedia utilizando los protocolos DiffServ (Diferenciación de Servicios, protocolo para dividir los servicios en clases y asignar prioridades) e IPSec (Seguridad para el IP, para autenticación y manejo de la seguridad en las redes IP).
- Hace posible la implantación de servicios multimedia, agregando los flujos de tráfico de forma natural: todos los flujos tienen la misma naturaleza.
- Reduce el coste de implantación de servicios.
- Los servicios son independientes de la red de transporte.
- El modelo de red se adapta perfectamente al modelo comercial de aplicaciones.
- Consolida la infraestructura de la red: la implantación de un nuevo servicio no requiere cambios en la infraestructura de transporte.

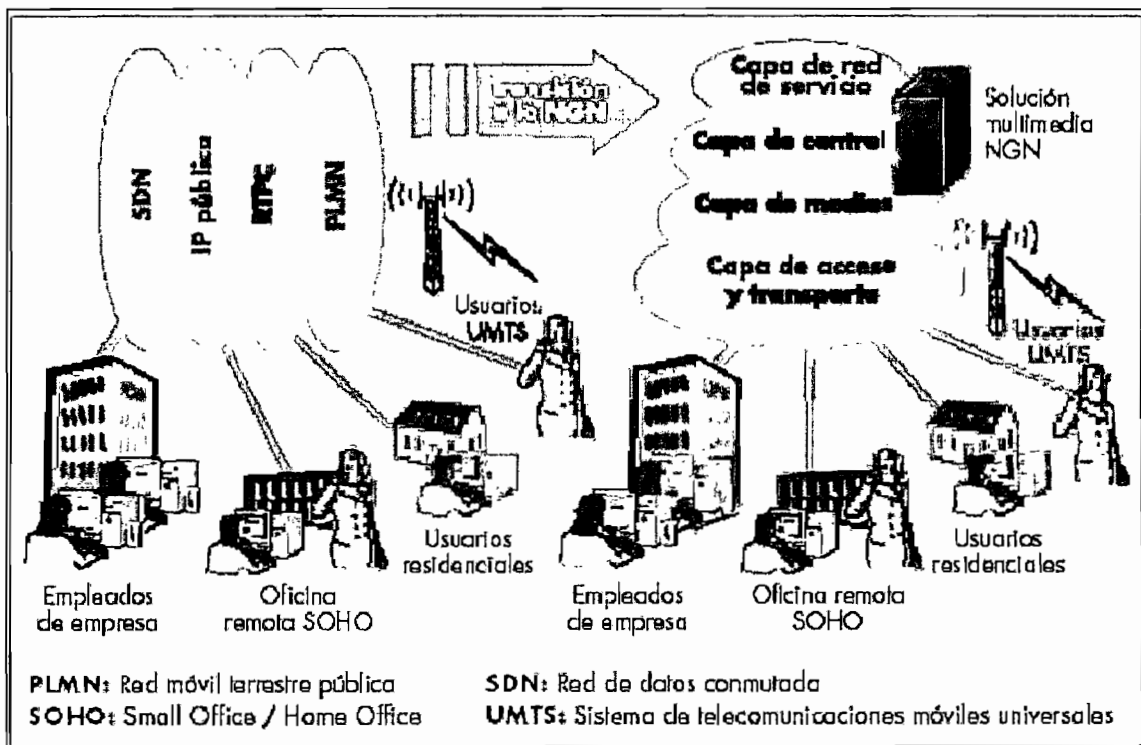


Figura 2.4 Transición en la estructura de la red con NGN [24].

Como se muestra en la figura 2.4, la eliminación de capas en la infraestructura de la red para suministrar servicios, reduce el coste en la entrega de nuevos servicios al compartir el elemento más costoso de la red: el acceso.

En resumen, los atributos clave de esta arquitectura son los siguientes:

- Red basada en IP como “integradora de servicios”.
- Servicios múltiples transportados sobre una única red de conectividad, transporte y acceso físico.
- Capacidad para “*plug in*” servicios nuevos como aplicaciones.
- Basada en estándares mundiales.
- Soporta múltiples niveles de calidad y seguridad.
- Integración simple en un marco común de sistemas de soporte.

Un factor crucial de la estructura es su capilaridad, la cual determina su capacidad de penetración hasta los clientes residenciales y corporativos dispersos. Las estructuras de las redes clásicas se basan, fundamentalmente, en estructura de acceso en estrella o árbol. Sin embargo, la disponibilidad de conmutadores y enlaces de muy alta capacidad cambia totalmente dicho escenario, siendo mucha más adecuada una estructura de acceso en anillo. Esto permite reducir la complejidad de la infraestructura del acceso, mejorando sustancialmente prestaciones tales como tolerancia a fallos, costes y capacidad de ancho de banda en la interfaz con el cliente.

2.6.1 CONTROLADOR DE PASARELA DE MEDIOS (MGC) [18].

La capa de control de la telefonía NGN contiene un controlador de la pasarela de medios (*Media Gateway Controller o MGC*). Un solo MGC puede controlar múltiples Pasarelas de Medios (*Media Gateway o MG*), por ejemplo, pasarela de encaminamiento (*Trunking Gateway o TGW*), pasarela de acceso (*Access Gateway o AGW*), dispositivo de acceso integrado (*Integrated Access Device o IAD*), pasarela residencial (*Residential Gateway o RGW*).

La fiabilidad puede ser obtenida con múltiples pasarelas de medios. Si una pasarela falla, puede utilizarse otra en su reemplazo.

Un solo MGC es también un único punto de fallas. Para resolver este problema, la mayoría de fabricantes proveen *dual homing* (MGC primario y MGC secundario). En un momento dado, si una pasarela es controlada por un único MGC, y éste falla, el MGC secundario lo cubre.

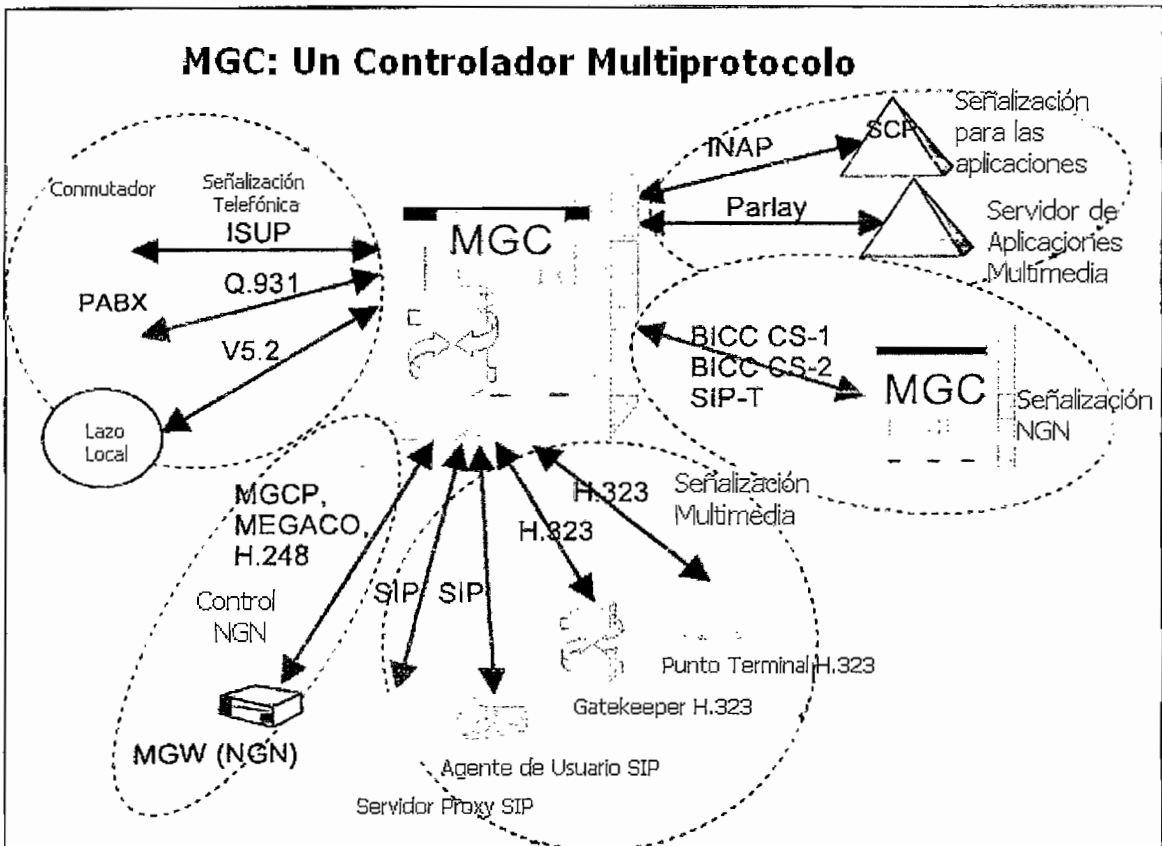


Figura 2.5 Funcionalidad del Controlador de pasarelas de medios [18].

El MGC puede ser un *software* corriendo sobre una estación de trabajo (*Softswitch*) o podría ser el mismo *software* corriendo en un conmutador de circuitos que tenga la opción de introducir la función MGC. Los fabricantes de conmutadores de circuitos tienen ya implementadas millones de líneas de códigos para establecer llamadas. La arquitectura distribuida (MGC, MG) permite que un código sea reutilizado: tanto usando el conmutador de circuitos como el MGC, o tomando la plataforma de *software* y *hardware* fuera del conmutador de circuitos y vendiéndolo como un producto independiente.

La capa de aplicación de telefonía NGN contiene Puntos de Control de Servicio de la Red Inteligente (*Intelligent Network Service Control Points o IN SCP*). Por tanto, la telefonía NGN no propone nuevos servicios, la importancia está en emular los servicios telefónicos.

2.6.2 MULTIMEDIA NGN [18].

Desplegar inicialmente una telefonía NGN, permite una suave migración a multimedia NGN. Para alcanzar esta tecnología multimedia, es necesario habilitar teléfonos IP o multimedia habilitada a los PCs para conectar a NGN; a través de lo cual se tiene acceso a nuevas y avanzadas aplicaciones (mensajería unificada, videoconferencia, etc.).

La telefonía IP usa un protocolo de señalización multimedia, que puede ser H.323¹ propuesto por la ITU-T o SIP de la IETF. Por consiguiente, el MGC sería capaz de controlar no solo MGW (pasarelas de medios) a través de MEGACO o MGCP sino también teléfonos IP usando H.323/SIP.

Esta es la razón por la que el equipo MGC incluye una función para controlar MGWs, una función del servidor *proxy* para controlar terminales habilitados con SIP y una función *Gatekeeper* para controlar los terminales habilitados con H.323.

El equipo MGC es generalmente llamado MMCS (Servidor de Llamada Multimedia o *MultiMedia Call Server*).

¹H.323 Ver sección 2.8.1 para mayor información

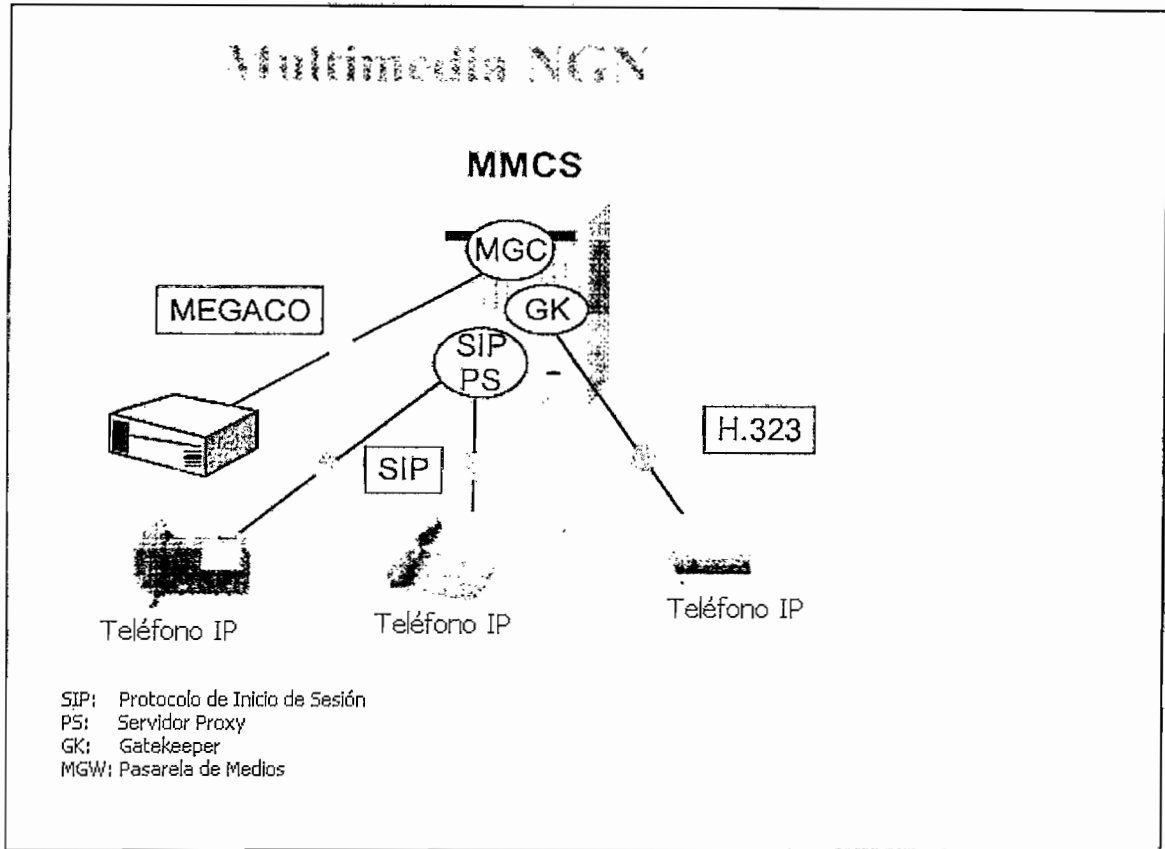


Figura 2.6 Esquema de la Multimedia NGN [18].

Multimedia NGN es igual a Telefonía NGN más Telefonía IP. Y Telefonía IP es igual a SIP o H.323.

La multimedia NGN se diferencia de la Telefonía IP. La primera diferencia es la capa de transporte NGN; mientras la telefonía NGN considera principalmente una capa de transporte ATM, la Multimedia NGN requiere una capa de transporte IP/ATM.

Además, los teléfonos IP o multimedia habilitada a los PCs, pueden unirse directamente a la red de *backbone* IP a través de líneas ADSL, *Packet cables*, redes LAN, etc.

2.7 PROTOCOLOS DE RED Y PLAN DE NUMERACIÓN PARA NGN [20].

Los requisitos fundamentales relativos a los protocolos de red son:

- Encaminamiento de información extremo a extremo por medio de datagramas.
- Direccionamiento de datagramas unicast y multicast.

Por tanto, deben existir planes de numeración para ambos tipos de direccionamiento, que sean además compatibles con Internet. Esto significa que la red debe disponer de un plan de numeración interno compatible con el contexto global formado por otras redes de la misma naturaleza, englobadas todas ellas en Internet.

Existen actualmente tres protocolos de red comerciales que cumplen el requisito de encaminamiento por medio de datagramas: IPv4, IPv6 y MPLS¹. Por encima de estos protocolos de red estará situada la pila de protocolos que soporta la provisión de servicios. Sus componentes dependen del tipo de servicio y, desde un punto de vista genérico, la conclusión más importante es que los servicios estarán soportados por los protocolos TCP/IP.

Los protocolos que soportan las aplicaciones están determinados por los requisitos de éstas, por lo que desde el punto de vista de red no son materia de especificación. Por el contrario, los protocolos de control y de *routing* son materia de red exclusivamente.

2.8 PROTOCOLOS DE CONTROL UTILIZADOS EN NGN [1].

2.8.1 PROTOCOLO H.323 [1].

El estándar H.323 proporciona las bases para las comunicaciones de audio, video y datos a través de redes basadas en IP, incluyendo Internet. H.323 es una recomendación de la UIT que establece estándares para comunicaciones multimedia sobre redes que no proporcionen una calidad de servicio (QoS) garantizada.

¹ Para mayor información de estos protocolos revisar el Anexo C.

Los estándares H.323 son bloques constituyentes de gran importancia para un amplio rango de aplicaciones para comunicaciones multimedia. Estos estándares incluyen partes de los protocolos H.225.0-RAS, Q.931-H.245, RTP/RTCP y códecs de audio/video/datos, como los *codecs* de audio G.711, G.723.1, G.728, etc.; los códecs de video H.261, H.263 para compresión/descompresión de flujos multimedia; y los códecs de datos como T.120.

Los flujos multimedia se transportan sobre RTP/RTCP. RTP transporta los datos multimedia y RTCP comunica la información de estado y de control. La señalización, con la excepción de RAS, se transporta de forma fiable sobre TCP. Los siguientes protocolos se ocupan de la señalización:

- RAS: gestiona el estado y las operaciones de registro y admisión.
- Q.931: gestiona el establecimiento y terminación de llamadas.
- H.245: negocia las capacidades y el uso del canal.

Además, los siguientes protocolos proporcionan funcionalidades opcionales dentro del marco de trabajo de H.323:

- H.235: seguridad y autenticación.
- H.450.x: servicios suplementarios.

En la figura 2.7 se ilustra los protocolos H.323 en relación con el modelo OSI:

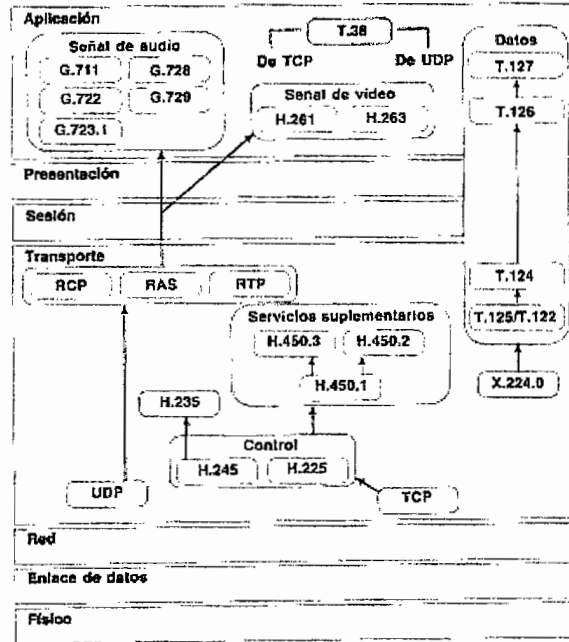


Figura 2.7 Protocolos H.323 en relación con el modelo OSI [1].

La arquitectura NGN busca duplicar los niveles de calidad, fiabilidad, crecimiento modular, facilidad de uso y las cualidades de la RTPC sobre una arquitectura integrada de voz de datos. Para alcanzar este objetivo, se ha utilizado en una primera fase la norma UIT H.323, mencionada anteriormente, para telefonía IP. Desgraciadamente, dicha norma tiene deficiencias en tres aspectos:

- Su complejidad lleva una sobre carga de tráfico de control.
- Unas pobres capacidades de crecimiento modular y prestaciones, y;
- No es adecuada para desarrollar equipos para redes de operadoras.

Para superar estas deficiencias existen varias iniciativas entre las que cabe destacar:

- Mejora del protocolo H.323 que ha conducido a H.323 V2. Actualmente, se está trabajando en nuevas mejoras, por lo que es de esperar una nueva versión.

- Utilización del Protocolo de Control de Acceso de los Servicios Multimedia (*Media Gateway Control Protocol o MGCP*). Este protocolo reduce el tráfico de control y puede ser soportado con equipos de cliente relativamente simples. Un aspecto fundamental que tiene en cuenta es el crecimiento de la red y la actualización de las versiones.
- Uso del protocolo de Inicio de Sesión (*Session Initiation Protocol o SIP*). Este protocolo es una iniciativa del IETF (*Internacional Engineering Task Force*) y plantea un escenario de comunicaciones IP en el que la solución de las deficiencias anteriores son el objetivo fundamental. Este protocolo permite la implementación de escenarios avanzados de conferencia utilizando procedimientos multicast, en el que la incorporación de conferencistas tiene una enorme flexibilidad. Este protocolo es acompañado de otros que completan el escenario, como el Protocolo de Anuncio de Sesión (*Session Announcement Protocol o SAP*) y del Protocolo de Descripción de la Sesión (*Session Description Protocol o SDP*).

2.8.2 PROTOCOLO MGCP [18].

El protocolo MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) se utiliza para controlar pasarelas de telefonía desde elementos de control de llamada externos denominados controladores de pasarela de acceso al medio físico o agentes de llamada.

MGCP asume la existencia de una arquitectura de control de llamada en la que la inteligencia de control de llamada se encuentra fuera de las pasarelas y es gestionada por elementos de control de llamada externos. El protocolo MGCP asume que estos elementos de control de llamada, o agentes de llamada, se sincronizan entre sí para enviar comandos coherentes a las pasarelas que están bajo su control. MGCP es, en esencia, un protocolo maestro/esclavo, en el que las pasarelas ejecutan los comandos que les envían los agentes de llamada.

MGCP implementa la interfaz de control de pasarela de acceso al medio físico como un conjunto de transacciones. Las transacciones están compuestas de un comando y una respuesta obligatoria, y hay 8 tipos de comandos:

- *CreateConnection* CRCX (MGC → MG).
- *ModifyConnection* MDCX (MGC → MG).
- *DeleteConnection* DLCX (MGC → MG; MG → MGC).
- *NotificationRequest* RQNT (MGC → MG).
- *Notify* NTFY (MG → MGC).
- *AuditEndpoint* AUPE (MGC → MG).
- *AuditConnection* AUCX (MGC → MG).
- *RestartInProgress* RSIP (MG → MGC).

Los primeros cuatro comandos son enviados por el agente de llamada a una pasarela. El comando “*Notify*” es enviado por la pasarela al agente de llamada. La pasarela puede también enviar un comando “*DeleteConnection*”. El agente de llamada puede enviar cualquiera de los dos comandos de auditoría (*AuditEndpoint* y *AuditConnection*) a la pasarela. La pasarela puede enviar un comando “*RestartInProgress*” al agente de llamada.

Todos los comandos están compuestos de una cabecera de comando, opcionalmente seguida por una descripción de sesión. Todas las respuestas están compuestas de una cabecera de respuesta, opcionalmente seguida por una descripción de sesión. Las cabeceras y las descripciones de sesión están codificadas como una serie de líneas de texto, separadas por caracteres de retorno de carro y avance de línea (u, opcionalmente, un único carácter de avance de línea). Las cabeceras están separadas de la descripción de sesión por una línea vacía.

MGCP usa un identificador de transacción para establecer la correlación entre comandos y respuestas. Una entidad MGCP no puede reutilizar un identificador de transacción antes de que hayan transcurrido 3 minutos después de haberse completado el comando anterior en el que el identificador fue utilizado.

La cabecera de comando está compuesta de:

- Una línea de comando, que identifica la acción requerida, el identificador de transacción, el punto terminal al que se solicita la acción y la versión del protocolo MGCP.
- Un conjunto de líneas de parámetro, compuestas de un nombre de parámetro y un valor de parámetro.

Las entidades principales de MGCP son:

- Puntos terminales.
- Conexiones.

Los puntos terminales son recursos de datos y pueden ser físicos o virtuales. La creación de un punto terminal físico requiere instalación de hardware mientras que un software es suficiente para crear un punto terminal virtual. Un interfaz sobre una pasarela que termina en una línea principal conectada a un conmutador PSTN es un ejemplo de un punto terminal físico. Un recurso de audio en un servidor de audio es un ejemplo de un punto terminal virtual.

Las conexiones pueden ser punto a punto o multipunto. Una conexión punto a punto asocia dos puntos terminales. Una vez que la asociación está establecida en ambos puntos terminales, puede empezar la transferencia de datos entre los mismos. Una conexión multipunto es establecida al conectar el punto terminal a una sesión multipunto.

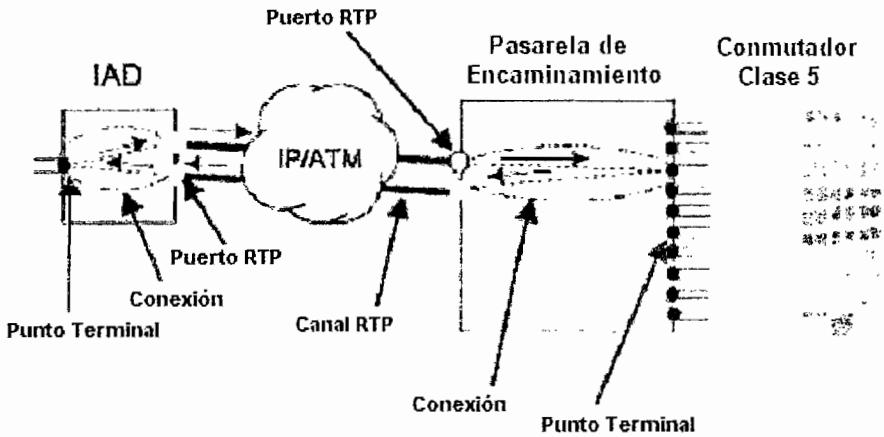


Figura 2.8 Conexiones punto a punto y multipunto en una Pasarela de Encaminamiento [18].

Las conexiones pueden ser establecidas sobre varios tipos de redes de transporte: transmisión de paquetes de audio usando RTP y UDP sobre una red TCP/IP, transmisión de paquetes de audio usando AAL1 o AAL2 sobre una red ATM.

2.8.2.1 Establecimiento de una llamada con MGCP.

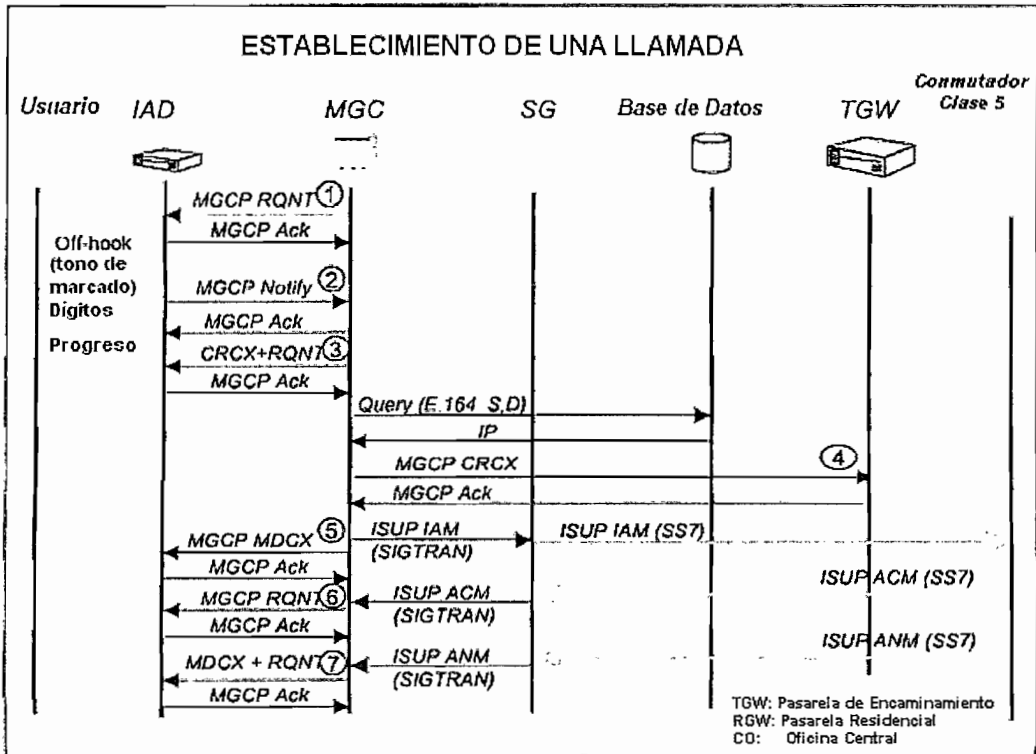


Figura 2.9 Esquema del establecimiento de una llamada con MGCP [18].

1. El IAD¹ es instruido para buscar en evento “*off-hook*”, y, en esta detección provee un tono de marcado y empieza a buscar los dígitos DTMF².
2. Cuando el evento “*off-hook*” es notificado, el IAD provee un tono del dial a la línea (el retardo entre el “*off-hook*” y el tono del dial es mínimo). Luego, el IAD empieza a acumular dígitos de acuerdo al mapa de dígitos. Cuando se ha detectado un suficiente grupo de valores, se notifica la fila observada al MGC.
3. El MGC luego, se apodera de la información recibida creando una conexión. El IAD, inmediatamente, reconoce la conexión creada enviando de regreso la notificación de la nueva conexión creada y la descripción de la sesión usada para recibir los datos de audio.
4. El MGC, teniendo apoderada la señal recibida y completada la búsqueda de ruteo para identificar a la pasarela de salida, debe apoderarse ahora de la señal de salida. Esto lo hace enviando un comando de creación de conexión al TWG. El TGW reconoce el comando de conexión creado (CRCX), enviando en la descripción de sesión sus propios parámetros tales como dirección, puertos y el perfil RTP.
Un mensaje ISUP IAM invita al conmutador a establecer una comunicación a través de un circuito de voz entre el TGW y el conmutador.
5. El MGC transmite la información a la pasarela de ingreso, usando un comando *ModifyConnection*. En esta etapa, el MGC tiene establecido una transmisión *half dúplex*. El teléfono conectado a la pasarela residencial (RGW) estará habilitado para recibir las señales, tales como los tonos y anuncios, que el conmutador remoto puede enviar a través del TGW.

¹ **IAD:** Dispositivo que procesa voz y tráfico de datos en un único punto de una red local LAN o de área extendida WAN. (Para mayor información ver la sección 2.6.3)

² **DTMF *Dual Tone Multi-frequency*:** Una forma de señalización consistente en uno o varios botones, o un teclado numérico completo como en el caso de los teléfonos, que envía un sonido formado por dos tonos discretos, sonido que es recogido e interpretado por los sistemas telefónicos (centrales, centralitas o conmutadores).

6. Cuando la llamada progresa, el MGC recibirá del conmutador remoto los mensajes de progreso, por ejemplo un Mensaje de Dirección Completa (*ACM o Address Complete Message*). El MGC analizará el mensaje para determinar si las señales son transmitidas. Si este no es el caso, el MGC indicará al IAD generar tonos de timbrado enviando un comando *NotificationRequest*.
7. Después de que la llamada sea respondida, el MGC recibirá un Mensaje de Respuesta ISUP (*Answering Message o ANM*) del conmutador. Luego de esto, se enviará un comando *ModifyConnection* al IAD para ubicar la conexión en modo full dúplex. El comando *NotificationRequest* parará los tonos de timbrado.

2.8.2.2 Liberación de una llamada con MGCP.

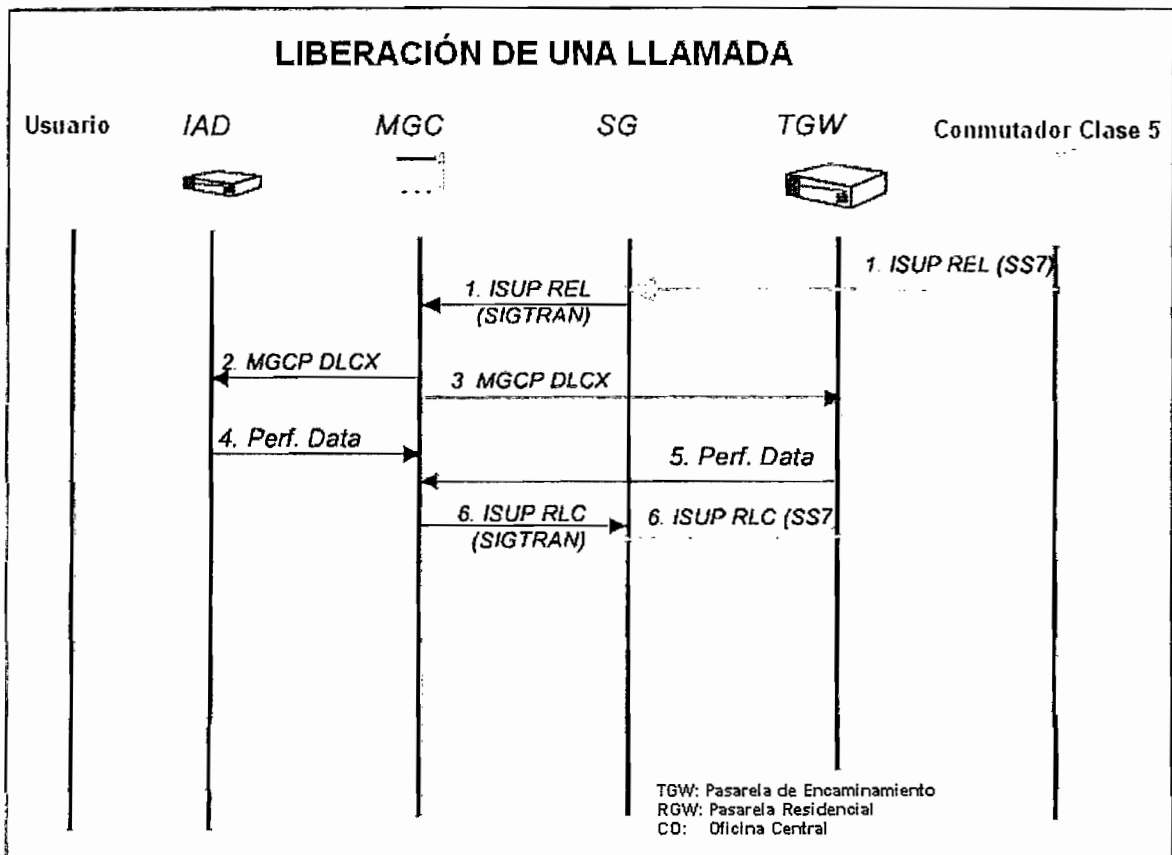


Figura 2.10 Esquema de la liberación de una llamada con MGCP [18].

Asumiendo que el usuario llamado termina la comunicación:

1. El conmutador que enlaza al teléfono llamado genera un mensaje de descargo ISUP sobre SS7¹. Este mensaje es recibido por un SG (*Signaling Gateway* o Pasarela de Señalización) autónomo que lo envía al MGC sobre SIGTRAN².

En la recepción del mensaje, el MGC lo interpreta e identifica la conexión dentro de las pasarelas para borrarla. Esto genera:

2. Un comando *DeleteConnection* (DLCX) es enviado al RGW;
3. Un comando *DeleteConnection* (DLCX) se envía al TGW.
4. y 5. En respuesta al comando *DeleteConnection*, la pasarela regresa una lista de parámetros que describen el estado de la conexión.
6. El MGC produce un mensaje ISUP RLC (*Release Complete*) para confirmar al mensaje ISUP REL al conmutador.

2.8.3 PROTOCOLO H.248/MEGACO [18].

En 1998 se diseñó el protocolo IPDC¹ (*Internet Protocol Device Control*). Independientemente, Telcordia creó un protocolo similar SGCP³ (*Simple Gateway Control Protocol*). Los principios detrás de IPDC y SGCP se juntaron y formaron un nuevo protocolo combinando los mejores conceptos de estos dos protocolos. Las partes revisadas de las mismas, dejaron como sucesor a un verdadero protocolo para el control de pasarelas de medios.

¹ SS7: Para mayor información revisar sección 1.7.

² SIGTRAN (*SIG*nalizing *TRAN*sport): Define un conjunto de protocolos para transportar información de señalización sobre redes basadas en paquetes. SIGTRAN puede dividirse en protocolo SCTP y protocolos de las Capas de Adaptación (M3UA, M2UA, M2PA, IUA y SUA) que transportan la información de señalización desde las correspondientes capas de señalización (MTP3, MTP2, Q.921 y SCCP) usando servicios SCTP.

³ Para mayor información revisar el Anexo C.

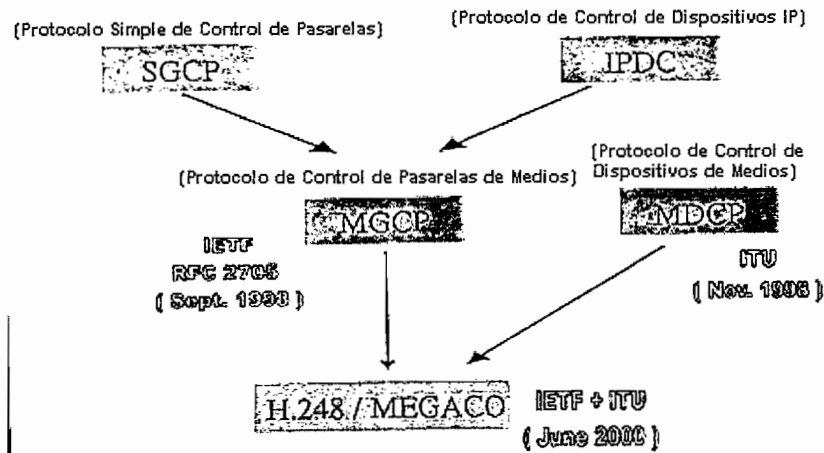


Figura 2.11 Creación del protocolo H.248/MEGACO [30].

Sin embargo, el resultado, el MGCP, era todavía un esfuerzo privado de un pequeño grupo de compañías. Independientemente del MGCP, la UIT – T creó un protocolo similar el MDCP (*Media Device Control Protocol*).

En un acuerdo, la UIT y la IETF, decidió hacer un esfuerzo en conjunto para crear un único protocolo a nivel mundial para el mecanismo de control de los medios. Usando el MGCP y el MDCP se inició MEGACO.

La definición de MEGACO (*Media Gateway Control Protocol*) es igual a la de la recomendación H.248 de ITU-T. La diferencia está en el tipo de codificación para el intercambio de información: MEGACO usa codificación tipo texto, y, H.248 utiliza ASN.1

El MGW convierte los datos multimedia provenientes de una red a un formato requerido en otro tipo de red.

El MGC controla el estado de la llamada que pertenece al mando de conexión para los canales multimedia en una pasarela de medios.

Este protocolo crea un marco de trabajo general adecuado para las pasarelas, para unidades de control multipunto y para unidades de respuesta vocal interactiva (*Interactive Voice Response o IVR*).

Las interfaces con la red de paquetes pueden incluir IP, ATM y posiblemente otras. Las interfaces soportan diversos sistemas de señalización SCN, incluyendo señalización por tonos, RDSI, ISUP y QSIG¹.

MEGACO es diseñado para ser usado con un amplio rango de pasarelas. Cada tipo de pasarelas tiene diferentes requerimientos, específicamente sobre las características para terminaciones implementadas; para satisfacer esta necesidad, MEGACO tiene un mecanismo de extensión llamado Paquete.

Un paquete es descrito en un documento, el cual puede venir de una organización estándar, un consorcio u otro grupo de trabajo, un vendedor o aún de un operador. Los paquetes incluyen definiciones de propiedades, eventos, señales y estadísticas.

MEGACO/H.248 provee los siguientes comandos:

- Para manipulación de la terminación: *Add, Subtract, Move, Modify*.
- Para el reporte de eventos: *Notify*.
- Para administración: *AuditCapability, AuditValue, ServiceChange*.

2.8.4 PROTOCOLO SIP [19].

El protocolo SIP (*Session Initiation Protocol*) es un protocolo simple de señalización de control de nivel de aplicación para implementaciones de VoIP que utilicen el modo de Redirección.

SIP es un protocolo básico de texto cliente-servidor y proporciona los mecanismos necesarios de protocolo para que los sistemas de usuario final y los servidores *proxy* puedan proporcionar diferentes servicios:

¹ QSIG: Es un sistema de señalización inter-centrales privadas.

- 1) Reenvío de llamada en distintos escenarios: llamada no respondida, abonado ocupado, desvío incondicional, direcciones especiales (como los teléfonos gratuitos).
- 2) Identificación del número llamado y del llamante.
- 3) Movilidad personal.
- 4) Autenticación del llamado y del llamante.
- 5) Invitaciones a conferencias de multidifusión.
- 6) Distribución automática de llamadas básica (*Automatic Call Distribution* o *ACD*).

Las direcciones SIP (URL) pueden ser embebidas en páginas web y, por tanto, pueden ser integradas como parte de potentes implementaciones (*Click to talk* o pulsar para llamar, por ejemplo).

SIP, que utiliza una estructura simple de protocolo, proporciona una gran velocidad de operación, flexibilidad, escalabilidad y soporte multiservicio.

SIP proporciona su propio mecanismo de fiabilidad. SIP crea, modifica y termina sesiones con uno o más participantes. Estas sesiones incluyen conferencias multimedia Internet, llamadas telefónicas multimedia y servicios de distribución multimedia. Los miembros de una sesión pueden comunicarse utilizando multidifusión o empleando una malla de relaciones de unidifusión, o una combinación de ambos mecanismos.

Las invitaciones SIP usadas para crear sesiones transportan descripciones de sesión que permiten a los participantes acordar una serie de tipos de contenido compatibles. Soportan la movilidad de usuario utilizando *proxys* y redirigiendo las solicitudes a la ubicación actual del usuario. Los usuarios pueden registrar cuál es su ubicación actual. SIP no está atado a ningún protocolo concreto de control de conferencia. Ha sido diseñado para ser independiente del protocolo de transporte de nivel inferior y puede ser ampliado con capacidades adicionales.

SIP soporta de manera transparente el mapeo de nombres y los servicios de redirección, permitiendo la implementación de servicios de abonado telefónico RDSI y de Red Inteligente. Estas características también hacen posible la movilidad personal, que se basa en la utilización de una identidad personal exclusiva.

SIP soporta cinco aspectos del establecimiento y la terminación de comunicaciones multimedia:

- Ubicación del usuario.
- Capacidades de usuario.
- Disponibilidad del usuario.
- Establecimiento de la llamada.
- Gestión de la llamada.

Las pasarelas de telefonía Internet que se conectan a interlocutores de la PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada) también pueden usar SIP para establecer llamadas entre sí.

SIP está diseñado como parte de la arquitectura global de datos y control multimedia de IETF, que actualmente incorpora protocolos tales como RSVP, RTP, RTSP, SAP y SDP. Sin embargo, la funcionalidad y operación de SIP no dependen de ninguno de estos protocolos.

SIP también puede usarse en conjunción con otros protocolos de señalización y establecimiento de llamadas. Por ejemplo, SIP podría utilizarse para determinar que se puede acceder al interlocutor, utilizando H.323 para encontrar la pasarela H.245 y la dirección de usuario y luego emplear H.225.0 para establecer la llamada.

2.8.4.1 Operación de SIP.

SIP funciona de la forma siguiente:

Los llamantes y los llamados se identifican mediante direcciones SIP. Cuando realiza una llamada SIP, un llamante localiza primero al servidor apropiado y envía entonces una solicitud SIP. La operación SIP más común es la invitación. En lugar de alcanzar directamente al interlocutor llamado, una solicitud SIP puede ser redirigida o puede desencadenar una cadena de nuevas solicitudes SIP realizadas por dispositivos *proxy*. Los usuarios pueden registrar su ubicación ante los servidores SIP. Los mensajes SIP pueden transmitirse sobre TCP o sobre UDP.

Los mensajes SIP están basados en texto. Buena parte de la sintaxis del mensaje y de los campos de la cabecera son similares a HTTP. Los mensajes pueden ser mensajes de solicitud o mensajes de respuesta.

2.8.4.2 Estructura de la cabecera del protocolo.

El protocolo está compuesto de una línea de inicio, una cabecera de mensaje, una línea vacía y un cuerpo del mensaje, que es opcional.

Mensajes de solicitud.

El formato de la cabecera del paquete de solicitud se muestra en la siguiente figura:

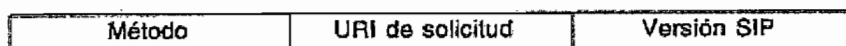


Figura 2.12 Estructura del paquete de solicitud SIP [1].

Método.

Es la parte inicial del paquete de solicitud, e indica el método que hay que aplicar al recurso. Los posibles métodos son: *Invite*, *Ack*, *Options*, *Bye*, *Cancel* y *Register*.

Métodos

<i>Comando</i>	<i>Función</i>
INVITE	<i>Initiate Call</i>
ACK	<i>Confirm final response</i>
BYE	<i>Terminate and transfer call</i>
CANCEL	<i>Cancel searches and "ringing"</i>
OPTIONS	<i>Features support by other side</i>
REGISTER	<i>Register with location service</i>

URI de solicitud.

En esta parte, se envía una URI o identificador uniforme de recursos (*Uniform Resource Identifier*) SIP, que representa al usuario o servicio al que se dirige la solicitud.

Versión SIP.

En la parte final del paquete, se indica la versión del protocolo SIP que está siendo utilizada; por ejemplo, puede ser la versión 2.

Mensaje de respuesta.

El siguiente gráfico muestra el formato de la cabecera del mensaje de respuesta:

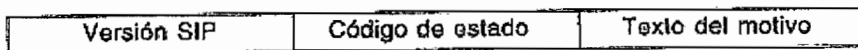


Figura 2.13 Estructura del paquete de respuesta SIP [1].

Versión SIP.

Se indica la versión de SIP que está siendo usada.

Código de estado.

El código secreto muestra un número entero de 3 dígitos que especifica el código de resultado del intento de entender y satisfacer la solicitud.

Texto del motivo.

Señala la descripción textual del código de estado.

Las redes móviles de segunda generación (2G) y las redes fijas tradicionales proporcionan un conjunto relativamente completo de servicios vocales; sin embargo, incluso cuando son mejorados por utilización de la tecnología de la Red Inteligente (IN), los servicios evolucionan lentamente y el modelo permanece esencialmente el mismo. Los obstáculos que encuentran se relacionan con la definición del propio servicio, con la arquitectura central de la red y con la tecnología, la cual está principalmente orientada hacia la voz.

Las Redes de Próxima Generación (NGN) y las redes móviles de Tercera Generación están diseñadas para superar estas limitaciones por una reorganización de la arquitectura de la red, con el fin de disociar la provisión de servicios de la red, para fusionar las tecnologías de información y de telefonía, y para introducir protocolos abiertos, como SIP.

Estas redes incluyen todos los ingredientes necesarios para satisfacer una amplia gama de expectativas de usuario con respecto a los servicios.

NGN tiene tres bases principales en lo que concierne a sus posibilidades de servicio.

Primero, reúne el mundo de la informática y el de la telefonía. Segundo, hay un movimiento de la inteligencia de la red a la inteligencia de un servidor periférico complementado por redes activas. Y tercero, no se tiene necesidad de una máquina de estados de desencadenamiento para el control de llamada; en el campo Protocolo Internet el transporte es más bien sin estados.

SIP utiliza el protocolo SDP para crear las sesiones y conducir las descripciones de sesiones, que permiten a los participantes concordar sobre un conjunto de tipos de medios compatibles. Los participantes pueden ser personas o puertas hacia otras redes.

Una ventaja importante de SIP es un control de llamada simple y sin embargo potente.

SIP puede conducir el Protocolo de Acceso de Objeto Simple (SOAP), capacitando a un punto extremo para acceder a las aplicaciones de otro punto extremo. Por ejemplo, las informaciones contables relativas a una tarjeta de prepago pueden ser transportadas de un servidor de aplicación SIP a un servidor mandatario para controlar la duración de una comunicación.

Las aplicaciones de terminal a terminal, como los juegos en red, son igualmente posibles. La inteligencia y las informaciones de estado residen en los terminales, los cuales utilizan las aplicaciones que necesitan.

La figura 2.14 muestra la arquitectura funcional distribuida de un servidor de aplicación SIP que maneja no sólo el protocolo SIP, sino también los diferentes protocolos estándar para construir aplicaciones de medios combinados dirigidas al usuario.

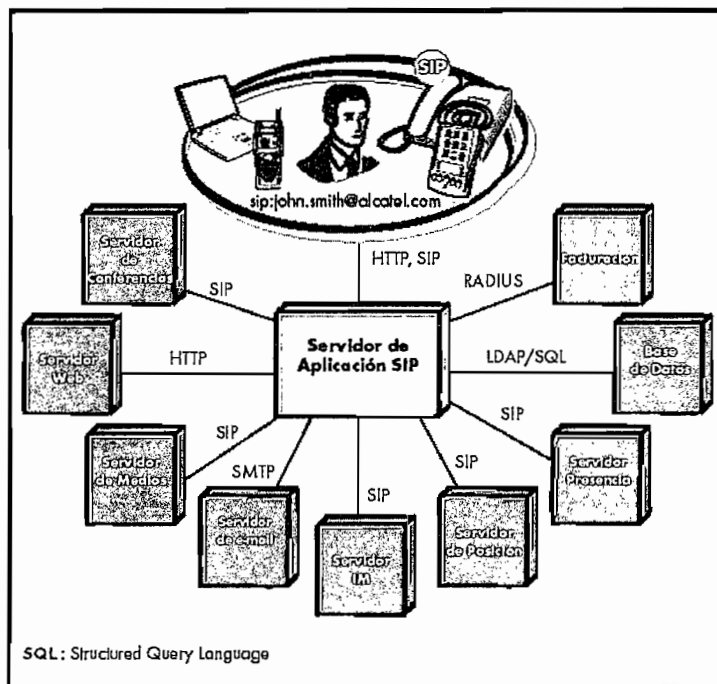


Figura 2.14 Arquitectura funcional distribuida de una aplicación SIP [19].

Los medios involucrados en cada sesión de comunicación (voz, video, web, correo electrónico, etc.) se asignan dinámicamente de acuerdo a los recursos y las preferencias de los usuarios. Usando esta arquitectura, la lógica de la

aplicación se centraliza; cuando se necesite, llama de forma dinámica a los otros componentes de los servicios distribuidos a lo largo de la red.

Se usan protocolos abiertos, tales como el HTTP¹ (*HyperText Transfer Protocol* o Protocolo de Transferencia de Hipertexto) para transporte, SOAP² (*Simple Object Access Protocol*) para invocación de servicios, el protocolo SMTP³ (*Simple Mail Transfer Protocol* o Protocolo Simple de Transferencia de Correo) para transferencia de mensajes y el SIP para implementaciones de VoIP. Este modelo permite a los diseñadores de aplicaciones enfocarse en la aplicación del cliente cuando los componentes de los servicios están ya disponibles. Por este motivo sería posible construir nuevas y mejores aplicaciones más fácil y más rápidamente y a un coste más bajo.

2.8.4.3 Entorno de Creación de Servicio (SCE) [14].

Aparte del control de conectividad básico basado en SIP, que es esencial por todas partes, todos los demás servicios están basados en el concepto de creación de servicios. Esto es un paso adelante comparado con el concepto actualmente utilizado para los servicios IN⁴ (*Intelligent Network* o Red Inteligente). Dado el número de elementos semánticos para ser manejados, la dificultad para un SCE es combinar potencia con facilidad de utilización.

Además, no solamente crea nuevos servicios, sino también cubre los servicios existentes en la estructura consistente del entorno de los servicios y del sistema de gestión.

¹ **HTTP:** Es un protocolo de nivel de aplicación cliente/servidor de texto claro, que utiliza localizadores uniformes de recursos (URL) para el direccionamiento.

² **SOAP:** Es un protocolo basado en XML (*eXtensible Markup Language*) que permite invocar métodos, servicios, componentes y objetos sobre servidores remotos utilizando http.

³ **SMTP:** Es un servicio de correo modelado según el servicio de transferencia de archivos FTP. Transfiere mensajes de correo entre sistemas y proporciona notificaciones concernientes al correo entrante.

⁴ **IN:** Es un computador de gran capacidad que realiza la conmutación entre los clientes de la empresa, con facilidades especiales tanto para el número que origina la llamada como para el que recibe, números 1-800, 1-900, 1-700, televoto.

SIP es un protocolo extensible. Las aplicaciones que residen en los terminales deben ser compatibles con los elementos semánticos de los servicios residentes en el servidor de aplicaciones como muestra la figura 2.15.

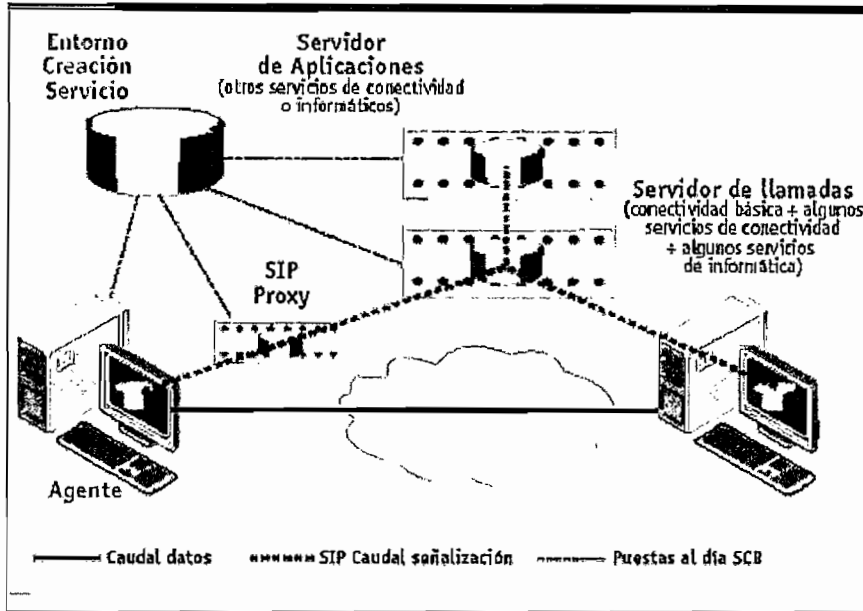


Figura 2.15 Consistencia de SIP a través de la red [14].

Servicios típicos que se pueden crear utilizando el SCE son:

- Reenvío de la llamada a una página web o a un correo electrónico, si la parte llamada está ocupada.
- Respuesta de voz interactiva vía web (presentación de una página web para mejorar la respuesta de voz).
- Enrutamiento personal de llamadas basado en la presencia.
- Seguimiento de usuario posibilitado por la posición del usuario (para movilidad de la parte llamada).
- Asignación dinámica de medios (voz, video, correo electrónico, mensajería instantánea) basada en la presencia, en terminales disponibles y en las preferencias del usuario.

2.8.5 PROTOCOLO SDP [1].

El protocolo SDP (*Session Description Protocol*) describe sesiones multimedia para propósitos de anuncio de sesiones, invitación de sesión y otras formas de iniciación de sesiones multimedia.

En la red troncal de multidifusión Internet, por ejemplo, se utiliza una herramienta de directorio de sesión para anunciar conferencias multimedia y comunicar las direcciones de la conferencia y la información específica de la herramienta de conferencia necesaria para poder participar. SDP se encarga de organizar este tipo de procesos. El protocolo SDP comunica la existencia de una sesión y transmite suficiente información como para permitir participar en la misma.

Muchos de los mensajes SDP se envían realizando una multidifusión periódica de un paquete de anuncio hacia una dirección y puerto de multidifusión bien conocidos, utilizando SAP (*Session Announcement Protocol*). Estos mensajes son paquetes UDP con una cabecera SAP y una carga útil de texto, la carga útil de texto es la descripción de las sesiones UDP. Los mensajes también pueden enviarse utilizando correo electrónico o la *World Wide Web* (WWW).

2.8.6 PROTOCOLO SAP [1].

SAP es un protocolo de anuncio utilizado por los clientes de directorio de sesión. Un anunciador SAP realiza una multidifusión periódica de un paquete de anuncio a una dirección y puerto de multidifusión bien conocido. El anuncio se transmite por multidifusión con el mismo ámbito que la sesión que está anunciando, lo que garantiza que los receptores del anuncio puedan ser también receptores potenciales de la sesión que el anuncio describe (si lo permiten el ancho de banda y otras restricciones similares).

Esto también es importante para la escalabilidad del protocolo, ya que mantiene los anuncios locales de sesión, como locales.

2.8.7 PROTOCOLO UDP [1].

El protocolo UDP (*User Datagram Protocol*) proporciona un servicio de mensajes simple, pero no fiable, para servicios orientados a transacciones. Cada cabecera UDP incluye tanto un identificador de puerto de origen como un identificador de puerto de destino, permitiendo a los protocolos de alto nivel direccionar servicios y aplicaciones específicos en el *host*.

La estructura de la cabecera UDP es la siguiente:

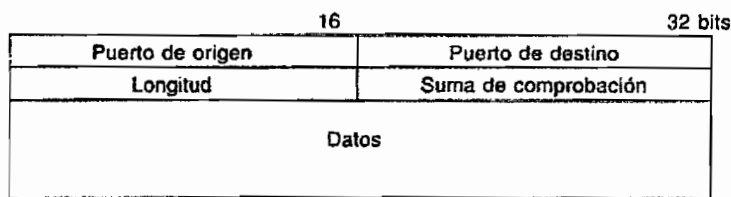


Figura 2.16 Estructura de la cabecera UDP [1].

La cabecera UDP va seguida por la carga útil UDPTL, que consta de un número de secuencia y de una carga útil de datos.

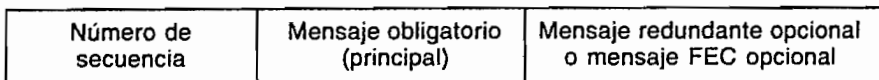


Figura 2.17 Estructura de la carga útil UDPTL [1].

Número de secuencia.

El número de secuencia se usa para identificar el secuenciamiento de la carga útil.

2.8.8 PROTOCOLO SCTP [1].

El protocolo SCTP, Protocolo de Transmisión de Control de Flujos (*Stream Control Transmission Protocol*), está diseñado para transportar mensajes de señalización de la PSTN a través de redes IP, pero puede utilizarse para un rango más amplio de aplicaciones. SCTP es un protocolo de transferencia de datagramas de nivel de aplicación, que opera por encima de un servicio de datagramas no fiable, como pueda ser UDP.

Ofrece los siguientes servicios:

- Transferencia de los datos de usuario no duplicada, libre de errores y con confirmación.
- Segmentación de nivel de aplicación para adaptarse al tamaño de MTU¹ (*Maximum Transmit Unit*) descubierto.
- Entrega secuencial de los datagramas de usuario dentro de múltiples flujos de datos, con una opción para la entrega según el orden de llegada de los datagramas individuales.
- Multiplexación opcional de los datagramas de usuario en datagramas SCTP, sujeta a las restricciones de tamaño de MTU.
- Fiabilidad mejorada gracias al soporte de múltiples domicilios en uno o ambos extremos de la asociación.

El diseño de SCTP incluye el apropiado comportamiento para evitar congestión y resistencia a los ataques por suplantación e inundación. El datagrama SCTP está compuesto de una cabecera común y otra parte que contiene bien información de control o bien datos de usuario. SCTP es una alternativa para UDP o TCP.

En la tecnología NGN, SCTP puede ser apropiado porque la relación entre el MGC y la MGW es permanente, es decir, los mensajes del Protocolo H.248 pueden ser transportados sobre el protocolo SCTP.

2.8.9 PROTOCOLO BICC [18].

La estandarización BICC (*Bearer Independent Call Control*) se concentra en los requerimientos para soportar los servicios existentes de banda angosta utilizando tecnología de banda ancha.

¹ MTU: Unidad Máxima de Transmisión. Indica el tamaño máximo del paquete en protocolos IP.

BICC CS1 está diseñado para permitir a un operador de red basado en ISUP¹ (*ISDN User Part* o Parte de Usuario RDSI) migrar desde el uso de la señalización de red MTP3² (*Message Transfer Part Level 3* o Parte de Transferencia de mensajes, nivel 3) y redes de portadora TDM³ (*Time Division Multiplexing* o Multiplexación por División de Tiempo) hacia una alternativa de tecnologías basadas en paquetes.

El protocolo BICC se basa apegado al protocolo ISUP; por consiguiente, ha sido diseñado para interrelacionarse de manera natural con ISUP de banda angosta lo que significa que tiene adherido todos los servicios y conceptos de ISUP de banda angosta que son aplicables en un ambiente de portadora por separado.

El protocolo de control BICC CS-2 está construido sobre CS1 en donde el protocolo todavía está basado en ISUP. BICC CS-2 incluye funcionalidades de intercambio local, y es por esto, que tiene que soportar servicios suplementarios de ISUP.

El otro aspecto importante de BICC CS2 es que puede soportar una portadora IP. Las redes IP son fundamentalmente diferentes de redes orientadas a conexión. Tales como las basadas en TDM y ATM en las que los mensajes de señalización no necesitan ser llevados en todos los elementos de red en orden para mantener la comunicación. Si las pasarelas pueden intercambiar direcciones IP (incluyendo números de puertos), la red IP puede enrutar los paquetes del usuario entre las dos pasarelas.

¹ **ISUP:** Los mensajes ISUP (orientados a conexión) se utilizan para establecer y liberar llamadas telefónicas. ISUP define un protocolo que permite iniciar la llamada, reservar un camino para la voz y los datos entre los dispositivos y liberar la llamada.

² **MTP3:** Transfiere mensajes entre los nodos de la red de señalización y asegura una transferencia fiable de los mensajes de señalización.

³ **TDM:** Multiplexación utilizada para transmitir señales sobre el mismo medio pero no al mismo tiempo, intercalándose las señales en el dominio del tiempo.

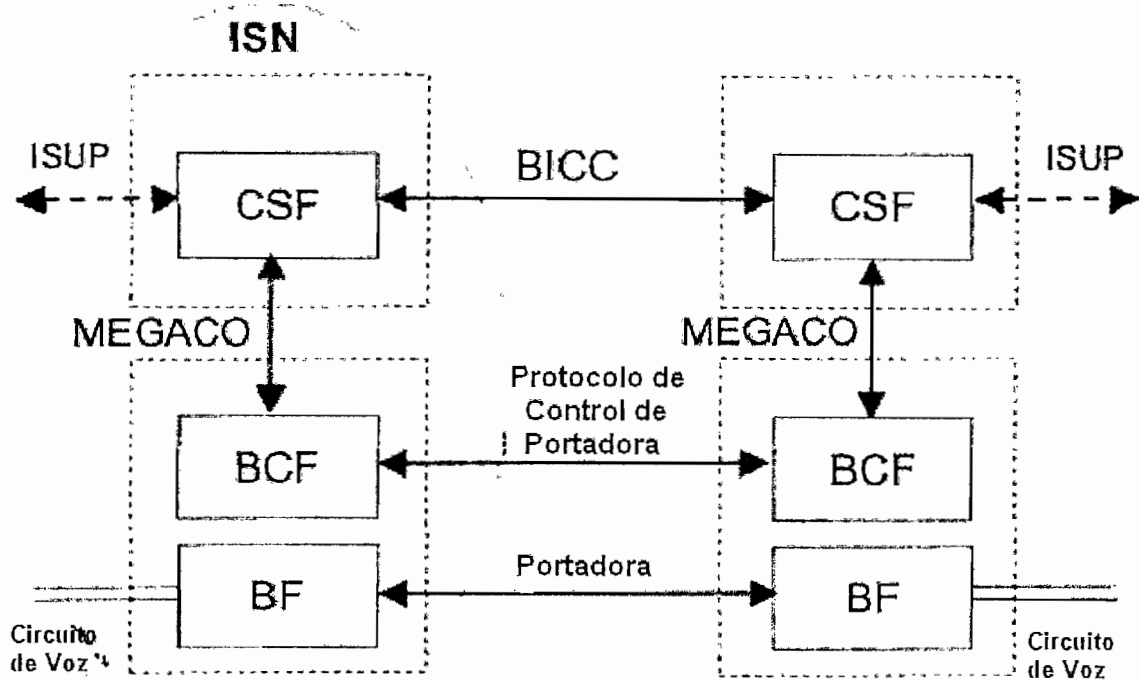


Figura 2.18 Relación de BICC con NGN y MEGACO [18].

Como se muestra en la figura 2.18, en NGN, BICC es usado como el protocolo de señalización entre MGCs. El uso de BICC CS-1 está limitado al transporte sobre ATM. BICC CS-2 se aplica tanto a transporte ATM como IP.

2.8.9.1 ISN (Interface Serving Node).

El elemento clave de la red de la arquitectura de BICC es el ISN. El ISN es la pasarela entre la red tradicional PSTN/ISDN y la red BICC.

ISN se distingue por tres funciones principales:

- La Función de Portadora (BF, *Bearer Function*) convierte las señales transportadas sobre Multiplexación por División de Tiempo (TDM) y las enruta en la red PSTN/ISDN en una forma apropiada que puede ser transportada sobre redes de paquetes.
- La Función de Control de Portadora (BCF, *Bearer Control Function*) controla las portadoras usando un protocolo de señalización apropiado para la red de

paquetes. El BCF puede establecer y eliminar las conexiones de portadora sobre la red de paquetes.

- La Función de Servicio de Llamadas (CSF, *Call Serving Function*) la maneja la señalización de las llamadas que es señalización ISUP para la red PSTN/ISDN y señalización BICC en la red BICC.

2.8.9.2 CMN (Call Mediation Node).

El Nodo de Mediación de Llamadas (CMN) releva al protocolo BICC. El CMN puede ser útil en una red BICC de gran escala con un gran número de ISNs, donde el CMN eliminaría los mensajes BICC.

En el siguiente gráfico se puede observar la ubicación, dentro de la red, de los elementos de BICC anteriormente descritos.

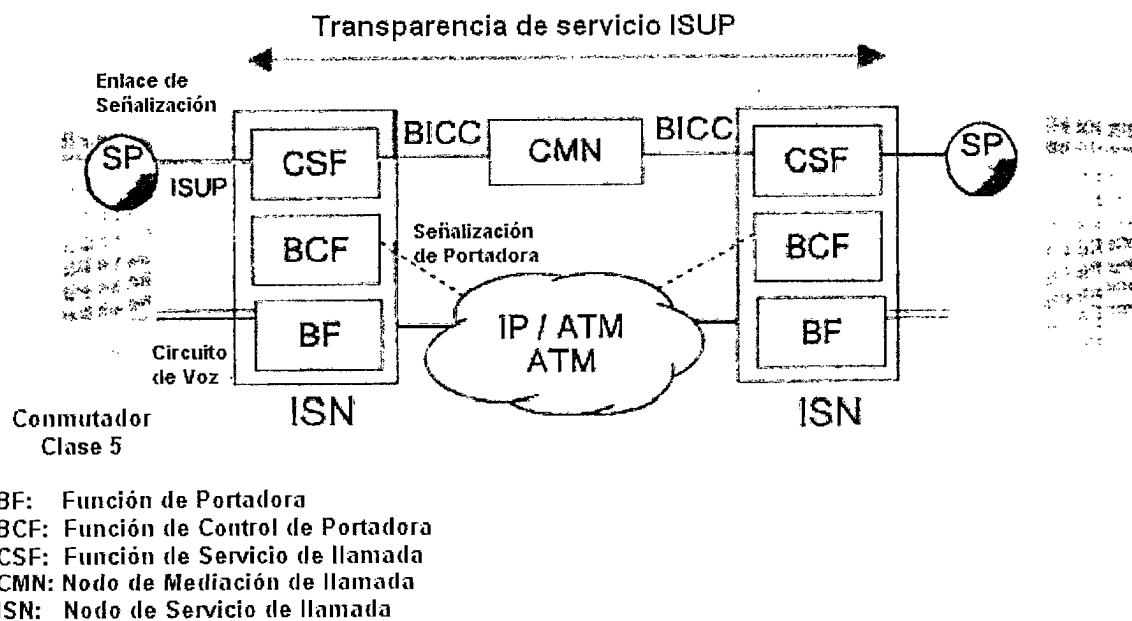


Figura 2.19 Arquitectura de la Red BICC CS1 [18].

2.8.10 PROTOCOLO RTP/RTCP [1].

RTP proporciona funciones de transporte de red extremo a extremo, adecuadas para aplicaciones que transmiten datos en tiempo real como, por

ejemplo audio, video o datos de simulación, sobre servicios de red de multidifusión o unidifusión. RTP no lleva a cabo la reserva de recursos y no garantiza la calidad del servicio en los servicios en tiempo real. El transporte de datos se amplía mediante un protocolo de control (RTCP), para permitir la supervisión del suministro de datos en una manera que sea escalable a grandes redes de multidifusión, y para proporcionar una funcionalidad mínima de identificación y de control. Los protocolos RTP y RTCP están diseñados para ser independientes de los niveles de red y de transporte subyacentes. El protocolo admite el uso de mezcladores y traductores de nivel RTP.

RTCP se basa en la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes en la sesión, usando el mismo mecanismo de distribución de los paquetes de datos. El protocolo subyacente debe proporcionar multiplexación de los paquetes de control y de datos.

2.9 NGN vs PSTN [18].

Desde la perspectiva, de las redes de conmutación de circuitos de telecomunicaciones fijas, una gran evolución está llegando para dar una gran flexibilidad a los grandes operadores en el despliegue de las redes. El procesamiento distribuido ha permitido la separación de la funcionalidad conmutación – ruteo de los mecanismos de control. La separación de los mecanismos de control contemporáneos dentro de la pasarela de medios y las funciones de control de la pasarela de medios, conectadas vía interfaces estándar, permitirá a los operadores incrementar los aspectos de control y entrega de servicios de sus redes en un relativo aislamiento a el crecimiento de los aspectos de tráfico de usuarios de la red.

Este acercamiento también facilita el cambio hacia las redes distribuidas con controladores y pasarelas requeridas por los diferentes proveedores, permitiendo una progresión real hacia los servidores de llamadas “*farms*” conectados a “*pools*” de control de recursos y conmutación.

Desde el punto de vista del protocolo SIP una arquitectura tradicional vertical difiere de una arquitectura horizontal SIP como muestra la siguiente figura.

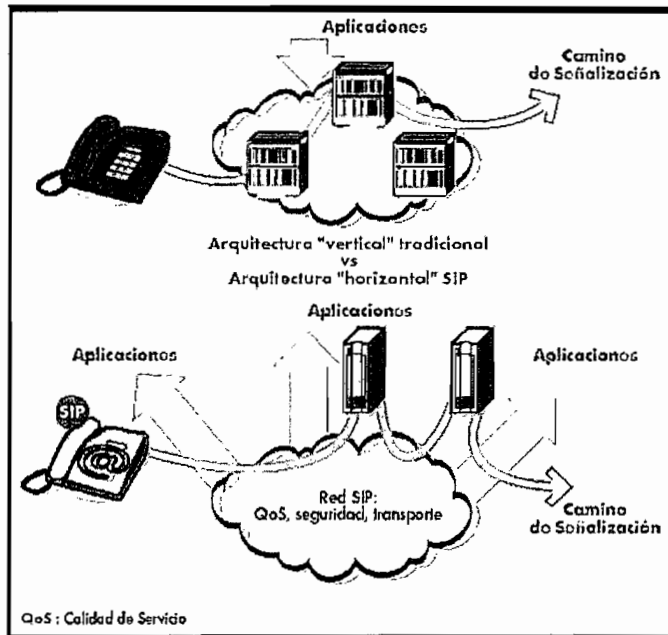


Figura 2.20 Comparación entre la arquitectura vertical tradicional (arriba) y la arquitectura horizontal SIP (abajo) [19].

A continuación se muestra una tabla de comparación de las redes actuales con la NGN.

Redes Actuales	Nueva NGN
Productos individuales entregados sobre distintas Infraestructuras, planificados, tasados, dimensionados y gestionados por separado.	Soluciones integradas que no se pueden descomponer entregadas sobre una Infraestructura común mediante procesos integrados de planificación y gestión.
Datos entregados como 'conductos finos no Inteligentes', por ejemplo, servicios de datos dedicados.	Conexiones entre redes específicas de la aplicación que entrega servicios diferenciados con la calidad y seguridad apropiadas.
Voz en una plataforma ya existente con características estáticas.	Voz sobre una plataforma con un camino de migración claro y rentable hacia medios ricos, tales como la video telefonía, integración de la mensajería Instantánea y otros nuevos servicios. Cada aspecto que se toma para estar de acuerdo con la RTPC y otros servicios heredados se pueda cambiar, desde la seguridad y disponibilidad a las funciones y a la calidad.
Servicios suministrados por el personal y contratistas del operador utilizando cables, camiones y el equipo de la instalación del cliente; esto puede llevar citas o semanas con un coste marginal alto.	la mayoría de los servicios se auto-provisionan en segundos por los propios clientes conectados a un coste marginal sumamente bajo.
Actividad de restauración para responder a las reclamaciones del cliente que afectan al trabajo de campo.	Incidencia de fallos reducida por la eliminación de la reorganización de la red y por la migración selectiva a Inalámbrica. Los problemas difíciles o reales se detectan automáticamente por terminales Inteligentes.

Tabla 2.1 Comparación de las redes actuales con NGN [24].

2.10 CALIDAD DE SERVICIO EN NGN [30].

La Calidad de Servicio (QoS) puede definirse como el rendimiento de los servicios observados por el usuario final. Una red debe garantizar que puede ofrecer un cierto nivel de calidad de servicio para un nivel de tráfico que sigue un conjunto especificado de parámetros. En su conjunto, esas condiciones forman un contrato de tráfico entre el usuario y la red.

Las siguientes definiciones son importantes para comprender cuando se habla de calidad de servicio:

- 1) La Clase de Servicio (CS) define un conjunto preciso de parámetros cuando se ofrece un servicio.
- 2) El Nivel Acordado de Servicios (*Service Level Agreement: SLA*) establece la calidad de servicio pactada mediante un contrato.

Para asegurar la QoS (Calidad de Servicio) necesaria, los operadores tienen que ser capaces de respetar complejos SLA (Acuerdos de Nivel de Servicio) que cubren diferentes requisitos de ancho de banda y otros parámetros de calidad.

Otro aspecto para asegurar la calidad es dimensionar la red de transporte de forma que se disponga de recursos suficientes para evitar cuellos de botella en la red central. Además es importante la calidad de las llamadas transportadas por la red de acceso.

La agregación de tráfico en la capa 3 por medio de datagramas es ideal para soportar todo tipo de servicios y, sobre todo, para combinar en los servicios los diferentes ingredientes que forman un escenario multimedia.

El nuevo concepto de red incluye mecanismos que permiten proveer servicios con calidad de servicio independientemente de la capacidad de red implantada, los cuales están recogidos en el estándar de calidad de servicio

DiffServ, éste es muy amplio y recoge las particularidades de múltiples escenarios.

El modelo de calidad de servicios se ha definido de acuerdo a los siguientes criterios:

- Orientar la estructura de calidad al mercado: cliente y servicios.
- Preservar la eficacia de la red.
- Disponer de un modelo sencillo de ingeniería de red.

La calidad del servicio de la red se fundamenta en dos conceptos:

- 1) Jerarquización de tráfico.
- 2) Existencia de clases de calidad de servicio definidas en los contratos de servicio o SLA.

2.10.1 JERARQUIZACIÓN DE TRÁFICO [20].

Los datagramas son marcados con una prioridad que indica a los conmutadores cómo deben ser tratados en comparación con el resto de los datagramas. Para ello, la cabecera del datagrama dispone de un campo específico, que en el caso de IPv4, corresponde bien a los 3 bits del subcampo de precedente incluido en el campo de ToS (en las soluciones clásicas), o bien al campo de 6 bits DS (en los casos en que se use el estándar DiffServ). En IPv6 existe un campo de 4 bits denominado *traffic class* más otro de 20 bits denominado *flow label*, mientras que en MPLS pueden ser los 3 bits del campo EXP.

Cuando un datagrama es recibido por un enlace de llegada, después del correspondiente proceso de enrutado, es encaminado hacia el enlace de salida, donde se analiza el campo de prioridad. Como consecuencia, el datagrama es colocado en la correspondiente cola de salida; estando estas colas jerarquizadas

de tal forma que, cuando la retransmisión de un datagrama es concluida, el transmisor elige el primer datagrama en la cola más prioritaria que no esté vacía.

Existen diferentes modalidades de configuración y tratamiento de las colas de salida, que permitirán controlar su tamaño, gestión y tratamiento, así como la operación ante situaciones de congestión, reales o previstas. Las diferentes variantes de estos procedimientos dependen fundamentalmente de los fabricantes de los equipos.

Esta estrategia tiene como resultado que el tráfico de una cierta jerarquía no se vea perturbado por ninguno de los tráficos de prioridad inferior, independientemente de su caudal. Los criterios de jerarquización de tráfico se realizarán de acuerdo a los requisitos de red, existiendo las siguientes prioridades básicas, ordenadas de mayor a menor:

- *NJ4* – Monitorización de red: Corresponde al tráfico generado por las funciones de explotación de red que tienen prioridad absoluta para garantizar su operatividad, así como a los protocolos de red (encaminamiento, etc.).
- *NJ3* – Servicios bidireccionales de tiempo real: Son aquellos que tienen unos requisitos de retardo extremo a extremo inferior a 50ms, o a 200ms cuando se utilizan canceladores de eco. Adicionalmente, la variabilidad del retardo (jitter) deberá ser baja y relacionada con el tamaño del buffer de recepción (valores alrededor de 5 a 10ms). También será necesario asignar esta prioridad al servicio de VPN, ya que un requisito importante que el cliente de este tipo de servicio exige es que todo su tráfico, independientemente de su naturaleza, no se vea perturbado por el del resto de clientes que utilizan la red.
- *NJ2* – Servicios unidireccionales de tiempo real: Requieren que el jitter sea inferior a 100ms, pero su retardo extremo a extremo puede ser de varios cientos de milisegundos.

- *NJ1* – Servicios de información con calidad garantizada: En ellos el retardo extremo a extremo puede ser de varios cientos de milisegundos, pero requieren que el flujo de información no se vea alterado por la sobrecarga de la red.
- *NJ0* – Servicios de información con calidad de servicio no garantizada: Este nivel corresponde al *Best Effort* de las redes IP clásicas. El retardo y la garantía de transporte no está asegurada.

A cada uno de estos tipos de tráfico se le asignará una prioridad, de tal forma que cada una de las aplicaciones de servicio elegirá la prioridad en función de criterios de calidad. Estos criterios podrán asignarse por contrato o dinámicamente por el cliente, de acuerdo a otros criterios de comercialización. Así, un mismo tipo de servicio podrá ser provisto con diferentes calidades y por tanto a precios diferentes.

2.10.2 DiffServ [30].

Los servicios diferenciados (DiffServ o DS), a los que a veces se alude como QoS aprovisionado, clasifican el tráfico en flujos conjuntos que se tratan salto a salto. DiffServ maneja el tráfico en un nivel de conjunto y define ocho clases de servicios (CoS) para establecer prioridades en una red IP. Para conseguirlo, DiffServ proporciona una forma estándar de codificar los campos ToS existentes en una cabecera de paquetes IP para reflejar su rango de prioridad. El campo ToS es un byte DS, que define los seis bits más significativos como puntos de código de servicio diferenciado (DSCP). Información adicional define el comportamiento por salto (PHB).

DiffServ está basado en marcar los paquetes IP con información prioritaria, el Punto de Codificación de los Servicios Diferenciados (DSCP). Los potentes encaminadores de DiffServ implantan los diferentes comportamientos en el envío de paquetes, conocido como *Per Hop Behaviors* (PHB), para distintos tipos de tráfico basados en el valor DSCP de la cabecera del paquete IP. Este tratamiento

diferencial de los flujos agregados de paquetes hace que los encaminadores DiffServ sean escalables incluso para tasas de enlace de Gbps.

DiffServ es apropiado para tráfico que no requiere garantías de ancho de banda por flujo, ya que sólo prioriza el tráfico.

2.10.3 ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIO [30].

Las empresas y los proveedores de servicios tienen diferentes necesidades de QoS. Los proveedores de servicios precisan prestar diferentes grados y clases de servicio y por tanto han de poder facturar a los clientes, y así éstos podrán verificar que han recibido el nivel de servicio por el que pagan.

Los acuerdos de nivel de servicio (SLA), que son acuerdos contractuales entre el proveedor de servicios y un cliente empresarial, resultan claves para que los proveedores puedan suministrar servicios para captar y mantener ingresos procedentes de las empresas. Los SLAs pueden basarse en aplicaciones de negocios, conexiones Internet, servicios de voz o flujos de tráfico diferenciados.

Se puede considerar a la NGN como un conjunto de redes autónomas, operado por diferentes entidades, cada una con su propio papel en la entrega de servicios (acceso fijo y móvil, núcleo de transporte óptico, etc.). Estos componentes de red que contribuyen a la entrega del servicio no son manejados, necesariamente, por el mismo proveedor de servicios. Desde el punto de vista de extremo a extremo, esto implica que los SLAs deben establecerse también entre proveedores, no únicamente entre clientes y proveedores.

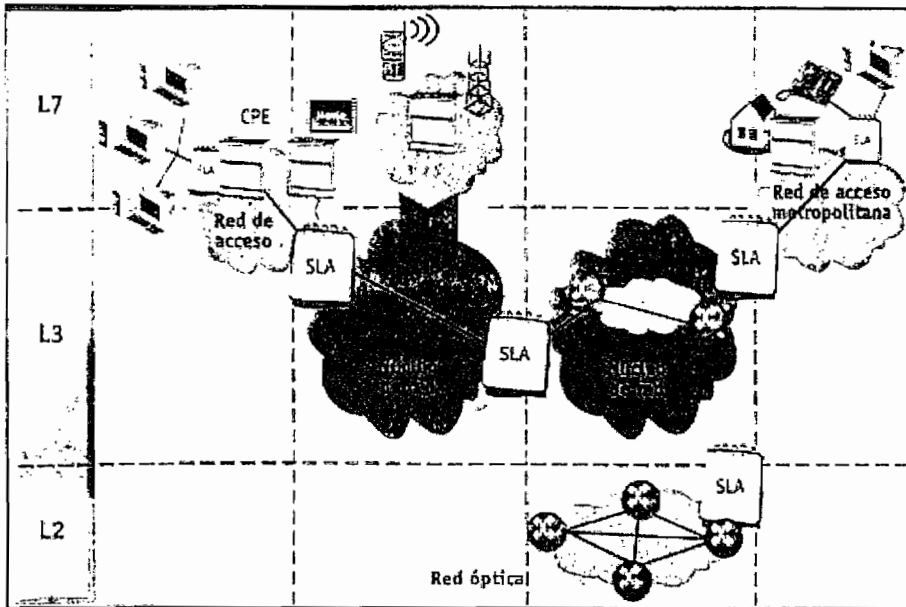


Figura 2.21 Gestión de SLA en diferentes niveles de red y diferentes dominios [31].

La figura 2.21 muestra que el SLA debe gestionarse desde diferentes niveles, desde el 7 (Proveedor de Servicios de Aplicaciones, ASP) hasta el 2 (transporte óptico) y en diferentes dominios (acceso/usuario final, núcleo/acceso, núcleo/núcleo, etc.).

Un conjunto específico de características determina un SLA y el cumplimiento de éste es responsabilidad de la red, y específicamente del equipo que soporta la interfaz del cliente. Las funciones realizadas por la red son:

- Monitorización (*metering*) de los caudales en las interfaces de cliente, con objeto de comprobar que se ajustan al SLA.
- Conformado (*shaping*). En el caso de que los caudales de tráfico se ajusten al SLA, los datagramas son encaminados, realizando la red la función de *shaping* o conformado con objeto de que los tráficos sean uniformes.
- Limitación de la tasa (*rate-limiting, policing*). En el caso de que el caudal no se ajuste al SLA la red realiza la función de *policing*. Cuando el caudal de tráfico de un determinado cliente supera lo determinado por el SLA, se procede a

reducir la prioridad de los datagramas del tráfico de exceso o incluso a eliminarlos, dependiendo del tipo de SLA o de la severidad de la sobrecarga.

El estándar DiffServ, como tal, no es determinante para el cliente. Esto quiere decir que el cliente es libre de superar los límites establecidos por el SLA, y es la red la responsable de hacer cumplir el SLA y de corregir los desequilibrios producidos por el cliente.

Obviamente, el cliente deberá tratar de cumplir el SLA, para lo cual monitorizará el tráfico enviado hacia la red para cada una de las clases de tráfico o niveles jerárquicos, y como consecuencia realizará funciones de *shaping*. Esto le permitirá sacar el mayor partido de los recursos de red contratados.

2.11 SEGURIDAD EN UNA NGN [17].

La importancia de la seguridad en las telecomunicaciones aumenta rápidamente. Distintos actores requieren altos niveles de seguridad dentro de la red:

- Los clientes o abonados deben tener confianza en la red y los servicios ofrecidos, especialmente en lo referente a la facturación. Además, demandan una gran disponibilidad de servicio, una competencia leal y la protección de su privacidad.
- Los operadores de red, proveedores de servicio y proveedores de acceso necesitan seguridad para proteger sus actividades e intereses comerciales y para cumplir con sus obligaciones, tanto con sus clientes como con el público en general.
- Los organismos reguladores exigen e imponen medidas de seguridad dictando directivas y creando legislación para asegurar la disponibilidad de los servicios, la competencia leal y la privacidad.

Los crecientes riesgos y amenazas resultantes de la evolución tecnológica y de la regulación del mercado han puesto de relieve la necesidad de reforzar la seguridad con exigencias adicionales.

Para poder supervisar, administrar y adaptar los servicios y los recursos de red, el cliente deberá tener acceso a funciones de gestión de red y de servicio. El acceso de los clientes a las funciones de gestión debe ser seguro, no sólo para proteger la actividad del proveedor, sino también, e igualmente importante, para proteger la disponibilidad, estabilidad y confidencialidad de las operaciones del cliente.

También los conmutadores públicos son el objetivo de piratas informáticos que forman parte, en algunas ocasiones, del personal del operador. A menudo, los *hackers* obtienen la información de autenticación necesaria a través de un puerto de acceso de mantenimiento desprotegido, y el proveedor acaba pagando por el mal servicio proporcionado.

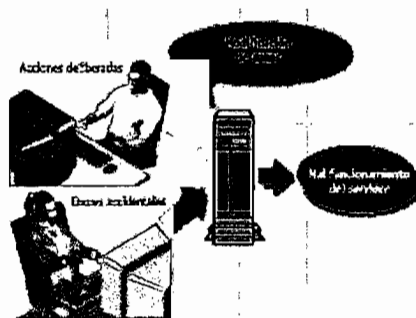


Figura 2.22 Factores que afectan a la seguridad de una red [17].

Algunos servicios nuevos exigen también más seguridad. Estos servicios están más expuestos a amenazas porque su uso ya no está solo limitado a localizaciones específicas. Ejemplos de este tipo de servicios son la voz de alta calidad, la videoconferencia y servicios multimedia generales soportados por el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Además, algunos servicios requieren el acceso del usuario o abonado a servicios de gestión. Estos usuarios deben ser autorizados para acceder sólo a sus propios datos y, por ello, deben ser dotados con la mínima funcionalidad para hacerlo.

La privacidad también es un factor de importancia creciente. La necesidad de privacidad ha sido expuesta en leyes nacionales y directivas internacionales sobre seguridad.

2.11.1 EXIGENCIAS DE SEGURIDAD.

Un proveedor de red o servicio decide qué medidas de seguridad adoptar en función de los resultados de un análisis de amenazas y una valoración de riesgos. Al conjunto de servicios de seguridad, solidez de mecanismos, etc., que el operador define sobre esta base para un determinado dominio se le llama “Política de Seguridad”.

El análisis de amenazas y la evaluación de riesgos sólo pueden, en principio, ser efectuados para un caso real. El proceso para establecer requisitos bien definidos en servicios de seguridad y de un modo “formalmente correcto” es bastante abstracto.

El objetivo de seguridad prioritario es normalmente la responsabilidad, es decir la capacidad de las personas de hacerse responsables de sus actos. Por consiguiente, la verificación de identidades es un requisito de seguridad incuestionable. El término utilizado para este servicio de seguridad es autenticación. Puede haber requisitos adicionales, dependiendo de las amenazas y los riesgos.

2.11.2 AMENAZAS EN LA NGN.

El análisis se realiza para todas las configuraciones de referencia posibles de la NGN y tiene también en cuenta los diferentes modos de transporte ante las siguientes amenazas:

- *Denegación de servicio:* La “denegación de servicios sobre los elementos de red” es un ataque que consiste en enviar continuamente datos a los elementos de red de modo que no haya recursos disponibles para los otros usuarios de la NGN.

- *Escucha clandestina:* Este tipo de ataque amenaza la confidencialidad, interceptando la comunicación entre el emisor y el receptor. La escucha telefónica es un ataque clásico de escucha de conversaciones telefónicas.
- *Máscara (o ataque por usurpación):* Consiste en tomar una identidad falsa, por ejemplo, descubriendo furtivamente un nombre de usuario y una clave de acceso, manipulando el campo remitente de un mensaje o manipulando una dirección de entrada/salida en la red.
- *Acceso no autorizado:* El acceso a las entidades de red debe ser limitado y ajustado a la política de seguridad implementada. Si una persona malintencionada consigue acceso no autorizado a cualquiera de las entidades de red, puede a continuación lanzar otro tipo de ataques como denegación de servicio, escucha clandestina o ataque por usurpación. El acceso no autorizado puede también ser la consecuencia de una de las amenazas mencionadas anteriormente.
- *Modificación de información:* En este caso, los datos son corrompidos o inutilizados mediante una manipulación deliberada. Consecuencia de esta acción es el rechazo de accesos autorizados a los recursos de red. En principio, no es posible evitar que los usuarios manipulen deliberadamente datos o destruyan una base de datos dentro del ámbito de los derechos de acceso que les han sido otorgados.
- *Repudio:* A uno o varios usuarios implicados en una comunicación con otros usuarios o servidores/servicios en la NGN les es negada la participación en todos o parte de los intercambios. La negación de transmisión, de la recepción de datos, del acceso a datos o de la modificación de datos son posibles métodos de ataque. Desde el punto de vista de un operador o de un proveedor de servicio, este tipo de ataque puede conllevar pérdida de ingresos, pérdida de confianza o pérdida de clientes.

- *Virus y gusanos:* Funcionan introduciendo código malicioso y engañando al usuario desprevenido que lo ejecuta. Una vez lanzados, los virus pueden tomar el control de una máquina, esparcir, destruir o cambiar la información, intentar propagarlos, o también permanecer dormidos durante un periodo de tiempo.
- *Ataques activos:* Como la escucha clandestina, afectan a la información en tránsito que se visualiza pero, en vez de observar o recoger información pasivamente, los datos se interceptan, alteran y retransmiten (la línea de comunicación se rompe, y se reencamina a través del atacante).
- *Ataques de usurpación:* En estos ataques, una persona (o máquina) se hace pasar por otra para obtener acceso a un recurso.
- *Ataques de repetición:* Frecuentemente los ataques se basan en enviar o reenviar paquetes, o flujos de paquetes, que ya han sido aceptados por el receptor.

Hay infinidad de variaciones y combinaciones de este tipo de ataques, todas las cuales amenazan a los datos y a los sistemas de información.

Contramedidas.

Por lo general, las contramedidas pueden clasificarse como preventivas o como detectoras, siendo las más comunes:

- *La autenticación:* Consiste en identificar el origen de la información.
- *Confidencialidad:* Consiste en mantener la información oculta a la curiosidad de las personas a la que no está destinada.
- *Integridad:* Trata de mantener la información intacta o, al menos, ser capaz de detectar si se ha alterado eventualmente.

2.11.3 TÉCNICAS DE SEGURIDAD.

Se tienen varias herramientas de seguridad y criptografía a disposición. A continuación se mostrará una visión sobre las técnicas criptográficas.

- *Codificación:*

La codificación es una de las más antiguas formas de criptografía. Los sistemas modernos usan potentes algoritmos de codificación y claves para codificar y decodificar la información. Estos sistemas se pueden clasificar en varias categorías: bloques o continuo, y simétrico o asimétrico.

La gran mayoría de los sistemas instalados actualmente son simétricos por bloques, y funcionan partiendo un mensaje en partes de tamaño fijo que se codifican a continuación con una clave. La misma clave se usa para decodificar el mensaje aplicando el algoritmo de decodificación a los mismos bloques creados durante la etapa de codificación.

Los algoritmos de cifrado continuo producen un flujo codificado de bits pseudo-aleatorios en el emisor, que se usan para codificar el flujo de datos claros, y decodificándolo utilizando un mecanismo inverso (sincronizado) en la parte receptora.

Los sistemas de codificación asimétricos usan dos claves. Una, que se distribuye públicamente, se usa para codificar los datos que su homólogo privado puede usar para decodificar. Estos sistemas funcionan por bloques, pero en general son lentos. Como hay importantes ventajas con los sistemas de dos claves, con frecuencia se usan conjuntamente con sistemas de una clave.

- *La firma digital:*

En general, un sistema de firma digital utiliza claves asimétricas para realizar sus operaciones: una función de firma usa una clave privada, y una función de verificación usa una clave pública.

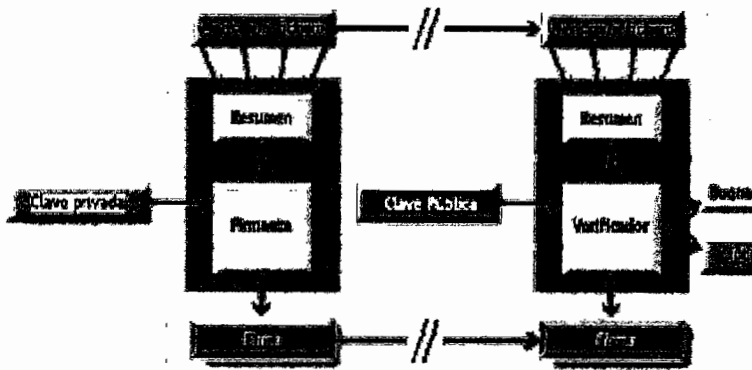


Figura 2.23 Ejemplo del envío de un fichero usando firma digital [16].

La figura 2.23 muestra un remitente en la parte izquierda enviando un archivo autenticado al destinatario de la parte derecha. Para hacer esto, el remitente firma el resumen del archivo usando una clave privada y envía la firma (normalmente una serie de bits de tamaño fijo) junto con el archivo. El destinatario controla el archivo, la firma y la clave pública del remitente por una función de verificación que determina si la firma es válida o no. Si es válida, el destinatario sabe que el propietario de la clave privada corresponde a la clave pública que firmaba el mensaje.

- *Acuerdo de clave:*

Es un mecanismo en el que las dos partes proporcionan una clave que no se comparte anteriormente. Las claves se pueden intercambiar utilizando un sistema de codificación asimétrico; estas claves a su vez se procesan a través de un sistema de codificación simétrico más rápido que proporciona una clave común que un espía no puede descubrir.

- *Certificado de clave pública:*

Un certificado es una identidad digital autorizada por alguien en quién se confía, conocido como una Autoridad de Certificación. Por lo general sirve para asociar digitalmente el propietario a una clave pública. Al estar el certificado firmado, no se puede usurpar ni modificar. Al usar certificados, el receptor de un mensaje firmado puede ahora buscar con total seguridad la

clave pública del remitente, ya que se puede verificar su autenticidad en la recepción.

Los certificados están formados por un identificador (nombre), una clave pública, un número de serie, las fechas de validez y una firma generada usando la clave privada de la Autoridad de Certificación.

Nombre:	"John Smith"
clave pública:	RSA-1024: 453f6c222..E2
Número de serie:	2772-1E911
Fecha de expiración:	Enero 1, 2003
Emisor:	2770-19199
Firma AC:	DSA: 177f91cbe04..1f

Figura 2.24 Ejemplo de un certificado de clave pública [16].

La popularidad de los certificados de clave pública está aumentando a gran velocidad ya que se utilizan para el comercio electrónico, para el e-mail seguro, para los formularios electrónicos, para auditorías, para las redes privadas virtuales, etc.

- *Autorización:*

Ahora que se tiene tecnologías que pueden determinar quién es quién, el siguiente paso es comprobar qué están autorizados a hacer. Esta es la diferencia entre autenticación y autorización. Los servicios pueden tener listas de control de acceso, pero en la mayoría de las organizaciones la supervisión final tiende a ser mediante un cortafuegos¹.

¹ **Cortafuegos:** Un cortafuegos es un equipamiento, combinación de hardware y software que muchas empresas u organizaciones instalan entre sus redes internas y el Internet. Un cortafuegos permite que sólo un tipo específico de mensajes pueda entrar y/o salir de la red interna. Esto protege a la red interna de los piratas o *hackers* que intentan entrar en redes internas a través del Internet.

- *Cortafuegos:*

Aunque las funciones de seguridad en un cortafuegos están poco relacionadas con la criptografía, son sumamente importantes en el cumplimiento de las políticas de seguridad. Los cortafuegos se instalan entre las áreas de redes para aislar unas de otras, permitiendo un acceso discrecional de acuerdo a cierta política. Analizan frecuentemente el tráfico de la red con protocolos conocidos para asegurarse que el tráfico está fluyendo como debería.

Los cortafuegos también pueden controlar los datos de las aplicaciones para filtrar su contenido o para detectar virus.

- *La detección de intrusión:*

Los dispositivos de detección de intrusos tienen un propósito similar al del cortafuegos; analizan el tráfico usando una heurística de amenazas para decidir si algo sospechoso está sucediendo con el tráfico.

En cualquier caso, se recomienda asegurar los sistemas de explotación de los elementos de red de la NGN como contramedida:

- Todas las funciones no esenciales deberían ser desactivadas (por ejemplo, los puertos TCP/UDP).
- La función de acceso a distancia para los accesos internos y externos debería ser desactivada. Si esta operación es necesaria para la auditoría de las acciones de mantenimiento, todas las actividades deberían ser verificadas.
- El sistema entero debería ser objeto de una auditoría y de una verificación. Es muy recomendable el seguimiento regular del archivo diario.

Se recomienda igualmente que la misma red tenga una configuración segura. Por ejemplo, se sugiere que el operador:

- Cambie las contraseñas por defecto;
- Desactive los puertos inutilizados;

- Mantenga un historial de contraseñas;
- Use autenticación de las entidades;
- Asegure la gestión de la configuración.

En la figura 2.25 se muestra un ejemplo de contramedidas posibles a utilizar para dar solución a determinadas amenazas de seguridad dentro de la NGN.

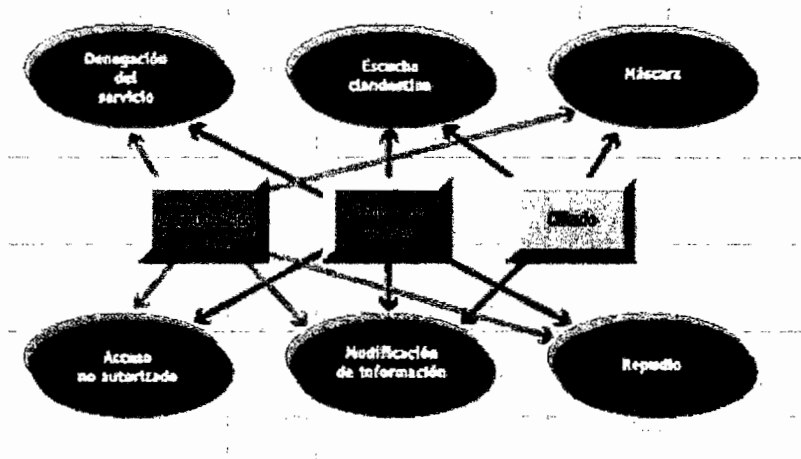


Figura 2.25 Contramedidas vs. Amenazas [17].

2.11.4 PROTOCOLO IPSec [17].

Para las aplicaciones de voz, datos y video, los servidores NGN y la red de telecomunicación deben ser protegidos. La solución que se impone es el IPSec (*Internet Protocol Security*), norma elaborada en el seno de la *Internet Engineering Task Force* (IETF) para la seguridad en la red o capa de transporte de la red de comunicación. El IPSec es especialmente útil para implementar las redes privadas virtuales (VPNs) y acceder a distancia a una red privada a través de una conexión de línea automática. Una gran ventaja del IPSec es que las medidas de seguridad no necesitan ninguna modificación de los elementos de red de un usuario individual.

IPSec proporciona dos mecanismos de seguridad: la cabecera de autenticación (AH), que permite esencialmente la autenticación del emisor de

datos, y la Carga Útil de Seguridad de Encapsulación (ESP), que asegura a la vez la verificación del emisor y el cifrado de los datos.

Pueden utilizarse diferentes protocolos de gestión de claves, como el Protocolo de Cambio de Claves Internet (IKE).

Desde el punto de vista de una NGN, los servidores y las pasarelas estarán equipadas con una máquina IPSec integrada, bien en software, o a ser posible, como un módulo hardware insertable.

Para controlar y administrar el entorno general de seguridad, hace falta un Servidor de Seguridad (SecS). Este último presenta las siguientes opciones:

- Política de VPN (control de acceso para los grupos de VPN);
- Gestión de certificados digitales X.509;
- Certificación cruzada con otras autoridades de certificación;
- Gestión a distancia de clientes VPN;
- Generación y distribución de claves normalizadas.

La figura 2.27 muestra los posibles modos de utilizar IPSec con aplicaciones multimedia para garantizar un servicio de seguridad a nivel de la capa IP.

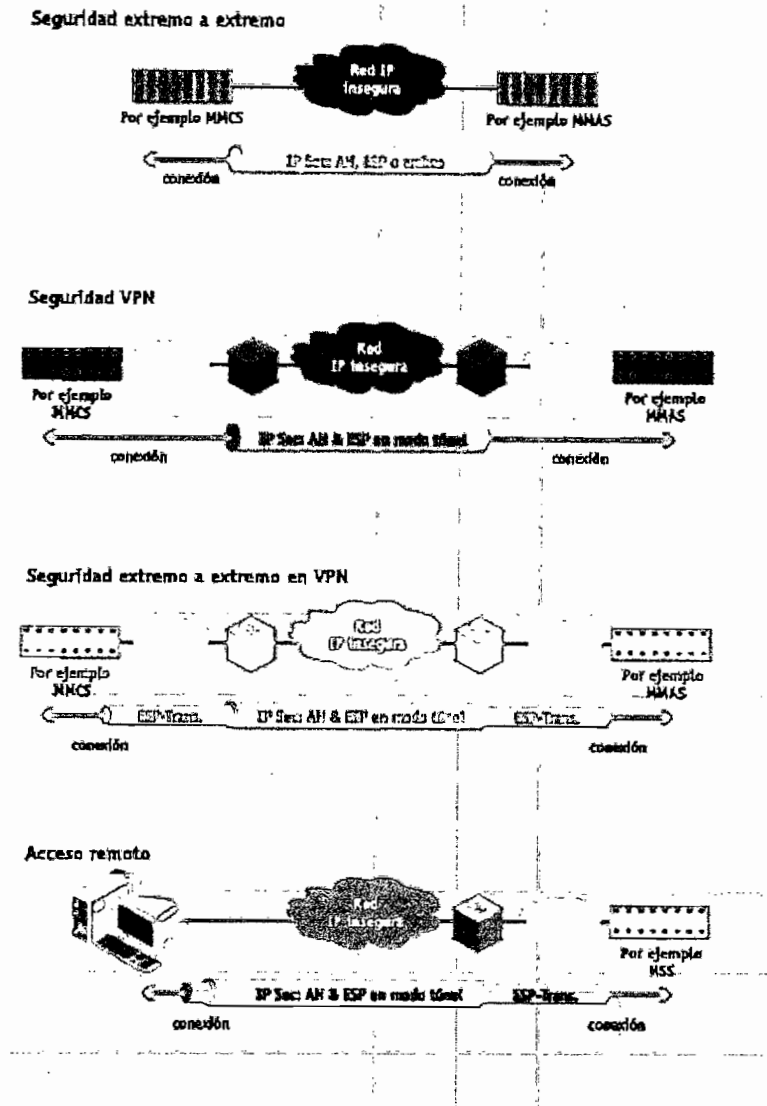


Figura 2.27 Ejemplos de utilización del IPsec en configuraciones multimedia NGN [17].

IPsec puede también ser utilizado por cualquier protocolo de capa superior. Por ejemplo, puede usarse para:

- Control de acceso (para los paquetes);
- Autenticación del origen de los datos;
- Protección contra repetición (integridad de la secuencia de paquetes);
- Confidencialidad de los datos;

2.12 GESTIÓN DE LA RED NGN [23].

Los requisitos fundamentales de gestión de red y servicio son:

- Suministro de servicios y configuración de los datos de abonado.
- Gestión de subredes de conmutación de paquetes.
- Gestión del control de llamada a nivel de servidor de llamadas y las pasarelas de enlace (configuración de red).
- Gestión de enlaces de voz.
- Gestión de enlaces SS7.
- Mantenimiento y restablecimiento de todos los elementos de red.
- Provisión de facilidades de gestión de inventarios y datos de la red.
- Control del rendimiento funcional de la red.

Estableciendo algunas conclusiones generales respecto a las necesidades de gestión se tiene:

En primer lugar, la subred de conmutación de paquetes puede, en gran medida, gestionarse y optimizarse independientemente de la subred de voz.

En segundo lugar, la gestión del servidor de llamadas y pasarelas de medios deben estar integradas. Una de las grandes ventajas de la NGN es que disocia el suministro de servicios de la configuración de red. Sin embargo, existen fuertes dependencias entre la configuración de red de las pasarelas de medios y el servidor de llamadas. Cada vez que aumenta la capacidad de una pasarela de enlace hay que configurar los enlaces de voz a nivel de la pasarela y el servidor de llamadas. Igualmente, los abonados deben establecerse tanto en la pasarela de acceso como en el servidor de llamadas.

Finalmente, la arquitectura de gestión se aleja del modelo en capas de la Red de Gestión de las Telecomunicaciones (TMN) para la gestión de los elementos, de la red, de los servicios y aplicaciones comerciales. En cambio, está fuertemente asociada a las tareas del operador, lo que se traduce en una integración vertical controlada por los procesos.

Por consiguiente, la configuración de la NGN es un asunto complejo si no está soportada por soluciones de gestión integrada, por servidores de llamada y pasarelas de medios. Estas soluciones deben suministrar aplicaciones integradas que garanticen la consistencia de los datos a través de todos los elementos de red involucrados.

Uno de los protocolos más antiguos y utilizados para la gestión de redes de telecomunicaciones, es el Protocolo Simple de Gestión de Red (SNMP o *Simple Network Management Protocol*), que maneja estaciones de gestión de red que ejecutan aplicaciones de administración que monitorizan y controlan los elementos de red tales como *hosts*, *gateways*, servidores de terminal, y parecidos, que poseen agentes para realizar las funciones de gestión de red solicitadas por las estaciones.

PROTOCOLO SNMP [1].

SNMP ha sido diseñado para ser un protocolo sencillo y que permite que diversos objetos de red participen en una arquitectura global de gestión de red.

Los sistemas de gestión de red pueden sondear a las entidades de red que implementan SNMP para solicitar de ellas información relevante para una implementación concreta de gestión de red. Los sistemas de gestión de red detectan los problemas recibiendo notificaciones de cambio o alertas enviadas por los dispositivos de red que implementan SNMP.

SNMP mantiene y gestiona una base de datos, llamada Base de Información de Gestión (MIB o *Management Information Base*), dentro de la cual están actualizados cientos de parámetros del sistema. SNMP permite hacer consultas a esta base de datos, e incluso modificar sus valores.

SNMP se basa en un conglomerado de agentes. Cada agente es un elemento de la red que ofrece información sobre gestión de la red, para ser leídas o modificadas. Asimismo, un agente puede enviar "alertas" a otros agentes para

avisar de eventos que realizados dentro de la red. Generalmente se llama "gestor" al agente encargado de recibir estos eventos.

El mensaje SNMP se divide en dos secciones: un identificador de sesión más un nombre de comunidad, y una PDU.

El identificador de versión y el nombre de comunidad algunas veces se denominan cabecera de autenticación. El número de versión asegura que tanto el agente como el gestor estén usando la misma versión de SNMP. Los mensajes entre el gestor y el agente que contienen números diferentes de versión se descartan sin llevar a cabo ningún procesamiento adicional.

El nombre de comunidad autentica al gestor antes de permitirle el acceso al agente. El nombre de la comunidad junto con la dirección IP del gestor se almacena en el perfil de comunidad del agente. Si existe una diferencia en el nombre de comunidad entre los valores del gestor y del agente, el agente enviará al gestor un mensaje de alerta de fallo de autenticación.

La PDU es utilizada para entablar comunicaciones entre el gestor y el agente para extraer o asignar información de gestión a los agentes. La PDU también se encarga de informar sobre sucesos de alerta que se estén realizando dentro de la red.

La ventaja fundamental de usar SNMP es que su diseño es simple por lo que su implementación es sencilla en grandes redes y la información de gestión que se necesita intercambiar ocupa pocos recursos de la red. Otra ventaja de SNMP es que en la actualidad es el sistema más extendido. La popularidad la ha conseguido al ser el único protocolo que existió en un principio y por ello casi todos los fabricantes de dispositivos como puentes y encaminadores diseñan sus productos para soportar SNMP. La posibilidad de expansión es otra ventaja del protocolo SNMP, debido a su sencillez y a su facilidad de actualización.

Entre las desventajas de SNMP es que tiene grandes fallos de seguridad que puede permitir a intrusos acceder a información que lleva la red. Todavía peor, estos intrusos pueden llegar a bloquear o deshabilitar terminales. El mayor problema de SNMP es que se considera tan simple que la información está poco organizada, lo que le hace no muy acertada para gestionar las grandes redes de la actualidad. Esto se debe en gran parte a que SNMP se creó como un protocolo provisional pero que se ha quedado sin ser sustituido.

Sin embargo, las soluciones a estos problemas se han incorporado en la nueva versión, el protocolo SNMPv2. Esta nueva versión ha añadido mecanismos como privacidad de los datos, autenticación y control de acceso, para los problemas de seguridad. También se ha incorporado en esta nueva versión, estructuras de datos que permiten una separación de variables con más detalle, para hacer más fácil el manejo de los datos de gestión.

3.1 MIGRACIÓN DE LA RED DE TELEFONÍA [38].

Es esencial, planificar una estrategia de migración a NGN para Andinatel, que permita que la inversión sea protegida, se reutilice toda la infraestructura de la PSTN que sea posible, se posibilite una interoperación entre los servicios de la PSTN y la NGN y se busque obtener una demanda de usuarios que dejen ganancias rentables para la operadora de los servicios de la nueva red NGN.

Es necesario crear una infraestructura consolidada de conmutación y transporte de paquetes. Mientras el tráfico de datos está empezando a dominar la red, la mayoría de los bucles individuales o residenciales cursan sólo la voz. De esta forma, es más práctico convertir la red de tránsito en una infraestructura de paquetes, que convertir cada bucle vocal para un manejo de tráfico de paquetes. Andinatel utiliza nodos ATM para cursar el tráfico de tránsito dentro de una conexión de paquetes.

La “última milla” del bucle es el aspecto que plantea el mayor reto en la migración hacia la NGN. El bucle local es la parte más costosa en la mayoría de las redes por la razón de que es, generalmente, un equipamiento dedicado.

Los clientes de tráfico medio o de gran tamaño son atendidos por sistemas PDH o SDH, por lo tanto, el operador de red cuenta con un sistema digital de banda ancha entre el cliente final y la red básica. Los clientes de negocios más pequeños y los residenciales están atendidos generalmente por bucles de cobre analógicos. Lo que es más importante, los clientes residenciales y con negocios pequeños, sólo requieren generalmente una línea universal, o a lo sumo unas pocas líneas, del servicio telefónico básico (*Plain Old Telephone Service* o POTS).

Existen muchas tecnologías de transporte capaces de proporcionar prestaciones de este nivel a bajos costes, los mismos que cada año van en disminución. Entre estas tecnologías están:

- ADSL¹ (*Asymmetric Digital Subscriber Loop* o Lazo Digital de Abonado Asimétrico).
- VDSL² (*Very High Digital Subscriber Loop* o Lazo Digital de Abonado de Alta Velocidad), para aplicaciones muy ricas en datos o donde la demanda de video digital es alta.
- Planta HFC³ (*Híbrid Fiber-Coaxial* o Planta Híbrida Fibra-Coaxial) con tecnología de módems de cable.

Una de las ventajas de Andinatel, en este aspecto, es que ya se encuentra manejando dentro de su red, tecnología xDSL en la ciudad de Quito y en otras ciudades de la región que cubre.

La migración se la debe realizar primero con los clientes de gran demanda y capacidad financiera, es decir, desplegar la tecnología de acceso a NGN sólo donde sea rentable y donde facilite una ventaja competitiva para conservar los clientes más importantes y aumentar las nuevas fuentes de ingresos. Una implicación importante es que la mayoría de clientes conservarán el servicio analógico universal POTS. De esta forma, la interoperabilidad NGN – PSTN y la coexistencia será de suma importancia, ya que no es conveniente realizar una migración completa a NGN debido a que no todos los clientes actuales de Andinatel necesitarán servicios NGN y sólo requerirán servicios de voz.

¹ **ADSL:** Es una tecnología de módem que transforma las líneas telefónicas o el par de cobre del abonado en líneas de alta velocidad permanentemente establecidas. La denominación de asimétrica es debida a que las velocidades de transmisión y recepción son distintas. ADSL permite 8 Mbps para el tráfico entrante y hasta 1.5 Mbps para el tráfico saliente.

² **VDSL:** La modalidad VDSL es la más rápida de las tecnologías xDSL, ya que puede llegar a alcanzar una velocidad de entre 13 y 52 Mbps desde la central hasta el abonado y de 1,5 a 2,3 Mbps en sentido contrario, por lo que se trata de un tipo de conexión también asimétrica.

³ **HFC:** Es un tipo de red de acceso que se está convirtiendo en una de las opciones preferidas por los operadores de telecomunicaciones de todo el mundo para ofrecer a sus abonados un abanico de servicios y aplicaciones cada vez más amplio, y que abarca desde la TV digital interactiva hasta el acceso a Internet a alta velocidad, pasando por la telefonía.

Es importante mencionar, que el hardware de conmutación de paquetes que sirve de base en NGN, es independiente de la lógica de control de llamadas. Del mismo modo, la lógica de control de llamadas es muy flexible y proporciona interfaces abiertas que permiten el desarrollo de los servicios. La lógica de control de llamadas tiene que ser lo suficientemente flexible como para soportar, en un futuro próximo, servicios que vayan más allá de la telefonía de voz y abarquen los datos, mensajería unificada, y otros servicios multimedia.

La provisión de servicios en NGN se basa en el concepto cliente-servidor, donde la red es transparente a los servicios y las aplicaciones, y que contrasta con las redes de circuitos basadas en TDM o en nodos ATM. En ellas, las aplicaciones multimedia tienen que interactuar con la red para establecer los canales de comunicación entre el cliente y el servidor.

Los servicios en NGN no son una materia de estandarización, ya que su funcionalidad y configuración está determinada por su aplicación comercial. En este contexto, sólo se estandariza los elementos técnicos que componen el servicio, como son los protocolos, mecanismos de seguridad, formatos de codificación de información, etc.

3.2 RECOMENDACIÓN DE LA CAPA DE TRANSPORTE COMÚN [38].

La capa de transporte común para NGN será implementada usando una infraestructura basada en celdas/paquetes por la simple razón de que la mayor parte del tráfico será de datos y las redes basadas en celdas/paquetes han sido optimizadas para transportar tramas de datos.

Los argumentos a favor de la solución ATM son los siguientes:

- Cuando se transporta voz sobre esta red, la capa ATM ayuda a asegurar la garantía de la QoS.

- Muchos operadores tienen ya instalada una red con nodos ATM que a veces no es usada en toda su extensión.

Los argumentos en contra del uso de ATM en la red de backbone son los siguientes:

- Si las Conexiones Virtuales Permanentes (*PVC o Permanent Virtual Connections*) son usadas en una red con nodos ATM para interconectar las diferentes pasarelas, en corto plazo los operadores terminarían en una situación de red compleja que sería difícil de manejar y que requeriría una planificación cuidadosa de la red y de la asignación del recurso (comparable al ambiente actual de TDM).
- El inconveniente puede ser resuelto con el uso de Conexiones Virtuales Conmutadas (*SVC o Switched Virtual Connections*) aunque también tiene esto un inconveniente. Las redes con nodos ATM no han sido hechas, y los conmutadores ATM no han sido diseñados para manejar miles y miles de SVCs. Muchos de los conmutadores de ATM de hoy tienen aún una capacidad limitada relacionada a los SVCs que ellos pueden soportar. La escalabilidad y el funcionamiento de una red con nodos ATM cuando es usada para transportar voz puede ser un problema; no en la fase inicial donde el tráfico de voz será muy limitado, sino en la configuración final donde todo el tráfico de voz tendrá que ser llevado por la infraestructura NGN.
- Si se miran los estándares actuales, las aplicaciones Multimedia estarán, lo más probable, basadas en el uso del protocolo SIP. Como el protocolo SIP proviene del mundo IP, SIP ha sido optimizado para trabajar en un ambiente IP. Seleccionando nodos ATM para la red de *backbone* podría tener un impacto sobre las capacidades multimedia que pueden ser ofrecidas por la red.

Los argumentos a favor para el uso de IP son los siguientes:

- Con el crecimiento exitoso del Internet, los precios de los equipos IP tendrán un fuerte decremento y aún las soluciones basadas en tecnología IP llegarán a ser muy competitivas.
- En la actualidad IP puede ser transportado de varias maneras (sobre ATM, sobre SDH, etc.). La última meta es simplificar fuertemente la red y llegar a una situación donde las capas intermedias desaparezcan y donde IP sea directamente transportada sobre DWDM¹. Cuando esto se materialice, la red de transporte IP llegará a ser aún más competitiva.
- El protocolo SIP basado en IP es el único que será usado para servicios multimedia.

Los argumentos en contra de una red de backbone basada en IP son los siguientes:

- En la actualidad las redes basadas en IP usan las bases del mejor esfuerzo (*best effort*). Aunque esto no es ciertamente bastante bueno para satisfacer lo requerido en QoS para las conexiones de voz actuales.
- La mayoría de los operadores tienen una red IP instalada, pero la usan para dar acceso a los abonados al internet público. Como resultado, los operadores están constantemente enfrentados por el motivo que la capacidad de esas redes es insuficiente y necesitan realizar actualizaciones regulares de esas redes. Poner la voz en la cima de una red sobrecargada que requiere continuas actualizaciones no es una buena idea.

¹ **DWDM:** Multiplexado Denso por División de la Longitud de Onda (*Dense Wavelength Division Multiplexing*). Esta tecnología de acceso aumenta el número de longitudes de ondas soportadas por una fibra, de modo que la capacidad de dividir las incrementa el número de puntos finales que pueden ser servidos por una sola fibra. Así, los proveedores de servicios no necesitan afrontar grandes inversiones para poder ofrecer una longitud de onda a cada cliente.

Para Andinatel escoger entre una red con nodos ATM o una red IP no será por el momento una dificultad, por cuanto se utilizarán los nodos ATM que ya se encuentra instalada aunque subutilizada. Con esta decisión se puede sacar un mejor provecho a estos nodos ATM y no desperdiciarlos. Por este motivo, Andinatel deberá implementar *routers* que permitan maniobrar los equipos que cuentan con tecnología IP y poder llevar la información a través de los nodos ATM sin necesidad, por el momento, de tener instalada la red IP o en su defecto, una red IPoATM.

Cabe mencionar que el alcance del presente proyecto no tiene previsto el estudio, diseño y dimensionamiento de la red de transporte para NGN.

3.3 PLAN DE MIGRACIÓN HACIA NGN [37].

La migración de la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) hacia la Red de Próxima Generación (NGN) requiere elaborar un Plan de migración, el mismo, que de forma ordenada y sistemática indique los diferentes pasos o procesos a seguirse. El sistema telefónico de Andinatel pasará de la técnica de conmutación de circuitos a la de conmutación por paquetes.

El Plan de Migración hacia NGN dependerá de la situación de la red del operador telefónico, de la situación del mercado que cubre dicho operador y de las aplicaciones que se desee brindar a los usuarios. Alcatel propone un Plan de Migración general hacia NGN^[37], el mismo que ha sido analizado y adecuado para la infraestructura con que cuenta Andinatel.

Se plantea que el plan de migración hacia NGN, conste de los siguientes pasos:

1. Paso 0: PSTN para voz y acceso Internet.
2. Paso 1: Migración en centrales Clase 4.
3. Paso 2: Encaminamiento de voz sobre paquetes.
4. Paso 3: Acceso de voz sobre paquetes e introducción de multimedia.

5. Paso 4: Migración completa a NGN.

3.3.1 PASO 0: PSTN PARA VOZ Y ACCESO INTERNET.

En la red telefónica actual de Andinatel, todo el tráfico de voz es transportado sobre TDM dentro de una red SDH y controlado por un conmutador de circuitos local (LEX o Clase 5) y de tránsito (TEX o Clase 4). La red de señalización relacionada con la voz es manejada por la Red de Señalización SS7, que cuenta con un Punto de Transferencia de Señalización¹ (STP) y un Punto de Control de Servicio² (SCP). Los servicios de valor añadido son provistos dentro de los conmutadores, o a través de la Red Inteligente. El tráfico de datos es transportado a través de los nodos ATM.

Con el creciente número de usuarios de Internet, Andinatel está ofreciendo conectividad a los Proveedores de Servicio Internet a través de servicios *dial up* de banda angosta (PSTN o ISDN), y en la actualidad a través de la introducción de líneas xDSL de banda ancha. Con el propósito de descargar el tráfico Internet “dial up”, y al mismo tiempo, aumentar los ingresos provenientes del usuario final, ofrece acceso Internet de banda ancha basado en tecnología ADSL. En su forma básica la línea de teléfono y el cable del módem de datos están mezclados en un único acceso de cobre en casa del cliente, y separados por un filtro en el DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer* o Multiplexor de Acceso de Línea de Abonado Digital). El tráfico de voz es dirigido a los conmutadores de circuitos tradicionales, mientras que el tráfico de datos se dirige a una red basada en paquetes.

Para la operación del DSLAM también se utilizan Servidores de Acceso de Banda Ancha (BAS O *Broadband Access Server*) que permiten tener acceso desde la red de paquetes hacia los equipos DSLAM brindado de esta manera, a los proveedores de servicio internet, la capacidad de dar a sus usuarios de banda angosta, facilidades de banda ancha.

^{1,2} Para mayor información revisar la sección 1.7.1

También son necesarios los Servidores de Acceso de Red (NAS o *Network Access Server*) que permiten la interoperabilidad entre la red de paquetes y las centrales de conmutación locales.

Con los Nodos de Acceso (AN) Andinatel extiende el área de cobertura y ofrece banda ancha para abonados individuales. Esta tecnología de acceso brinda acceso multiservicio para servicios de voz (POTS, ISDN) y datos (ADSL, ATM, IP, FR, etc.) y se facilita el camino hacia la NGN.

En la siguiente figura, se sintetiza la configuración actual de la red de Andinatel, donde se puede ver lo anteriormente descrito:

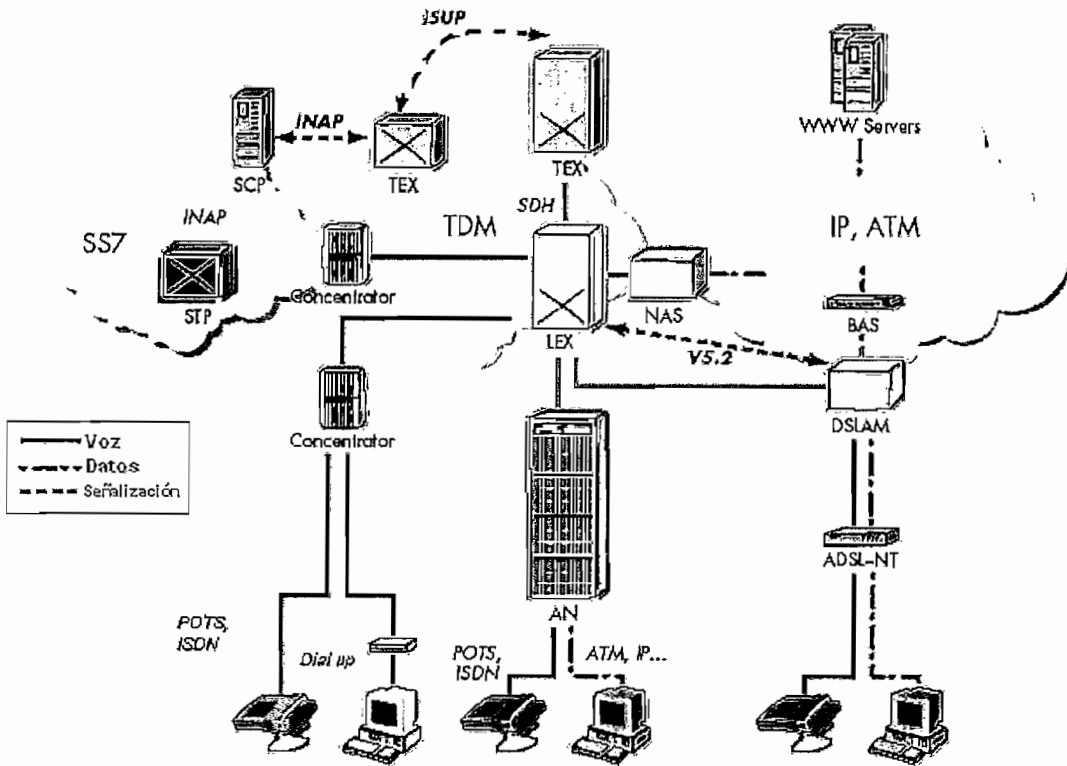


Figura 3.1 Esquema de la red actual PSTN de Andinatel en Quito [37].

3.3.2 PASO 1: MIGRACIÓN EN CENTRALES CLASE 4.

Para una migración a NGN se necesita escoger una central telefónica en la ciudad de Quito que será la base para introducir los principales equipos que manejarán la Red de Próxima Generación. En el presente proyecto se ha escogido la central de Quito Centro como base para la migración a NGN, por

cuanto en este sitio se encuentran centrales telefónicas, tanto de Ericsson como de Alcatel, la Red Inteligente y una Central de Tránsito Internacional.

De acuerdo al plan de proyecto presentado, se consideró al fabricante Alcatel para suministrar los equipos y productos para realizar el diseño de la red NGN. Alcatel tiene una amplia experiencia en brindar servicios de voz con sus equipos a nivel mundial (300 millones de líneas vendidas en todo el mundo), ya sea a través de redes de conmutación de circuitos o paquetes.

Además, Alcatel también ofrece una gama completa de elementos de red NGN con un sistema de gestión integrada para redes de datos y que ha obtenido un gran posicionamiento en el mercado mundial.

El fabricante Alcatel proporciona soluciones de comunicaciones a operadores de telecomunicaciones, proveedores de servicios Internet y empresas, para la distribución de aplicaciones de vídeo, voz y datos a sus clientes y empleados. Alcatel ofrece su posición de liderazgo en redes, aplicaciones y servicios de banda ancha fijos y móviles, para ayudar a sus socios y a sus clientes a crear un mundo de banda ancha centrado en el usuario, y que además opera en más de 130 países.

Para comunicaciones fijas, Alcatel cuenta con un grupo de trabajo encargado de acceso, datos/IP, NGN, Voz, Voz sobre IP, comunicaciones ópticas, Conmutación digital y redes WAN. Además en servicios con tecnología DSL, este fabricante es líder con cerca del 38% del mercado mundial (cerca de 49 millones de líneas DSL), brindando también soluciones de TV y Video sobre DSL.

Alcatel también ofrece soluciones para operadores móviles con tecnologías GSM/GPRS/EDGE, junto con aplicaciones de Red Inteligente y mensajes para este ambiente móvil.

Por estas razones se ha escogido a Alcatel como proveedor de los equipos a utilizar en el presente proyecto, ya que ofrece tecnología de avanzada con un

buen desempeño y que brinda toda la garantía necesaria al adquirir sus productos, que ocupan un buen posicionamiento a nivel mundial.

Sobre la central telefónica de Quito Centro se necesita introducir una funcionalidad de tipo NGN con el manejo de paquetes, con este fin, Alcatel presenta dos tipos de soluciones que permitirían obtener esta funcionalidad, las mismas que se presentan a continuación.

3.3.2.1 Introducción de una función MGC.

En la central de Quito Centro, como se puede ver en la Tabla 1.4, Andinatel cuenta con centrales de Alcatel del Tipo E10B OCB283, que no permiten el manejo de funcionalidades NGN o conmutación de paquetes. Y por otro lado cuenta con centrales Ericsson (para la central de tránsito) y con centrales NEC que tampoco disponen de esta funcionalidad, y que en el presente proyecto, los mencionados fabricantes no son tomados como parte del mismo (de acuerdo con el plan de proyecto aprobado).

Tomando en cuenta que el fabricante Alcatel y sus productos son los escogidos para la realización del presente proyecto, se necesitaría introducir un nuevo tipo de centrales que es el Alcatel A1000 MM E10, que es una nueva plataforma de conmutación NGS (*Next Generation Switch*) con la cual se incrementa la capacidad del conmutador en un *hardware* más compacto en comparación con el Alcatel 1000 E10, y se introduce las interfaces directas VC12/STM1 para poder manejar los nodos ATM y la red SDH.

Las características principales de la plataforma NGS se resume en el siguiente diagrama:

CONMUTADOR DE PRÓXIMA GENERACIÓN

- ◊ Matriz ATM
- ◊ Nueva Estación de Control
- ◊ Interfaces SDH - STM1
- ◊ VoATM
- ◊ UMTS

- ◊ Hasta 16 000 PCM
- ◊ 8M BHCA (llamadas básicas)
- ◊ 2.5 M BHCA (100% IN)
- ◊ 200 000 líneas fijas

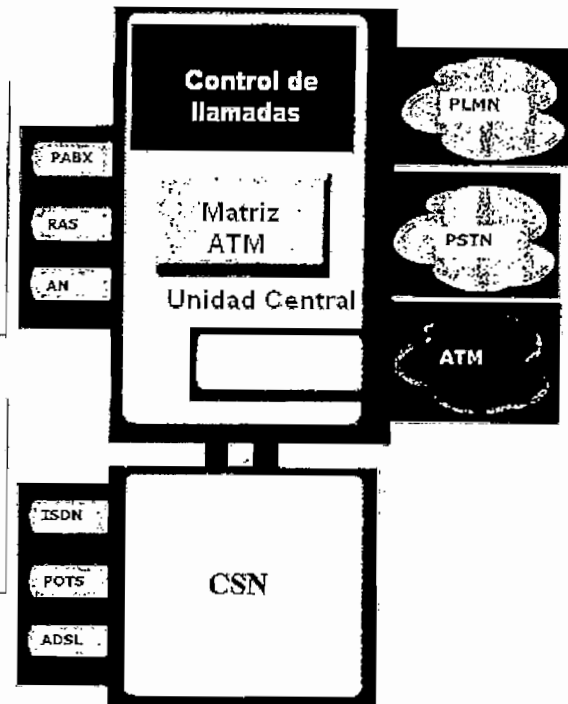


Figura 3.2 Características de una plataforma Next Generation Switch (NGS) de Alcatel [40].

Como se puede observar en el gráfico, el sistema Alcatel A1000 MM E10 ofrece servicios tanto de clase 4 como de clase 5, puede controlar pasarelas para el funcionamiento tanto en VoATM y VoIP, y maneja tráfico TDM y NGN. Su capacidad es de 8 millones de BHCA (tráfico en la hora pico) para llamadas básicas y 2,5 millones de BHCA para servicios de Red Inteligente, además maneja hasta 16 000 E1's y puede controlar hasta 2 000 Pasarelas de Medios. Cabe mencionar también que puede manejar protocolos como: ITU/ITEF H.248/MEGACO, BICC CS1/CS2 para ATM y IP, SIGTRAN (ISUP, CSN, V5.2, Q.931), SS7 ITU-T ISUP V3, y SIP.

La arquitectura del sistema A1000 MM E10 es distribuida y escalable. Se compone de diferentes módulos de *hardware* (Estaciones multiprocesadores – SMx) y de módulos de *software* (MLx).

La SM es una poderosa plataforma multiprocesadora multi-propósito. Una central completa está compuesta por varias SM's, enlazadas mediante una red

LAN inter-estaciones, utilizada para transportar los mensajes de control que se intercambian entre ellas.

La siguiente tabla muestra los diferentes tipos de SM's que se pueden encontrar en una central A1000 MM E10, y su principal función:

Estación multiprocesador (SM)	Principales funciones
SMA SMB_A_	Control de los tonos, auxiliares (receptores de frecuencias, puentes de conferencia) y PRA's (<i>Primary Rate Access</i>). Control de los enlaces de señalización N° 7.
SMB_C SMB_XT	Control del tratamiento de llamadas. <ul style="list-style-type: none"> • Control de la matriz de conexión. • Control de las interfaces SDH (STM1). • Control de las interfaces ATM. • Control de los <i>Gateways</i> (GW) VoATM. • Control de los dispositivos canceladores de eco.
SMM SMT2G	Control de la operación y mantenimiento de la central. Control de las interfaces a 2 Mbit/s con o sin canceladores de eco.
STS	Base de tiempo y sincronización.

Tabla 3.1 Estaciones Multiprocesadores y sus funciones [40].

Utilizando los nodos ATM, la central Alcatel A1000 MM E10 maneja muchos servicios en una plataforma muy compacta. La estructura SM/ML permite que la plataforma sea modular, abierta y fácilmente ampliable. Debido a que las hipótesis de tráfico iniciales evolucionan en el tiempo, la central puede actualizarse añadiendo, sea interfaces físicas, matriz de conmutación, control de llamadas SM/ML o una combinación de las anteriores, dependiendo de los nuevos requerimientos.

Esta central de Alcatel no solo permite una ampliación de capacidad física, también permite actualizar el *software* que ofrece nuevos servicios solicitados por los usuarios.

Estas plataformas de nueva generación tienen muchas ventajas y beneficios adicionales, entre los que se mencionan:

- Mejoras en el servicio CLIP: Presentación del número llamante inclusive si el abonado llamado está ocupado (en combinación con la facilidad de llamada en espera).
- Capacidad de introducir abonados ADSL a través de los CSNMM¹, que son los bastidores donde se encuentra ubicado el hardware o tarjetas de abonado.
- Capacidad de salidas directas en STM1, 63 E1's en banda angosta o 64 E1's en banda ancha.
- Capacidad de equipar canceladores de eco integrados.
- Formato variable de facturación detallada (CDR o *Call Detail Record*) y *accounting*.
- Soporte del protocolo ISUP versión 2 (ISUPv2) nacional e internacional.
- Posibilidad de ofrecer nuevos servicios como: Mensajería Vocal, Preselección de *Carriers*, CCBS² (*Calling Completion Busy Subscriber*), etc.

Otras ventajas de este sistema son: la interoperación con la existente red TDM a través de las Pasarelas de Encaminamiento, la conexión a los bastidores existentes CSN a través de Pasarelas estándar H.248, y conexión de los abonados VoIP a través de las Pasarelas de Acceso.

Función Media Gateway Controller o MGC.

Está función ya se puede introducir en el sistema de Alcatel A1000 MM E10, la misma que no se podía introducir en la versión anterior de las centrales de Alcatel, como se puede observar en el siguiente gráfico:

¹ CSN y CSN MM: *Subscriber Access Unit* o Unidad de Acceso al Abonado. Bastidores característicos de las centrales Alcatel. MM significa que soporta aplicaciones Multimedia.

² CCBS: Conclusión de llamadas a abonado ocupado, brinda la posibilidad a un abonado, el cual se comunica con un número ocupado, a que complete la llamada cuando la línea se encuentre libre sin que el llamante haga una segunda llamada o espere en la línea.

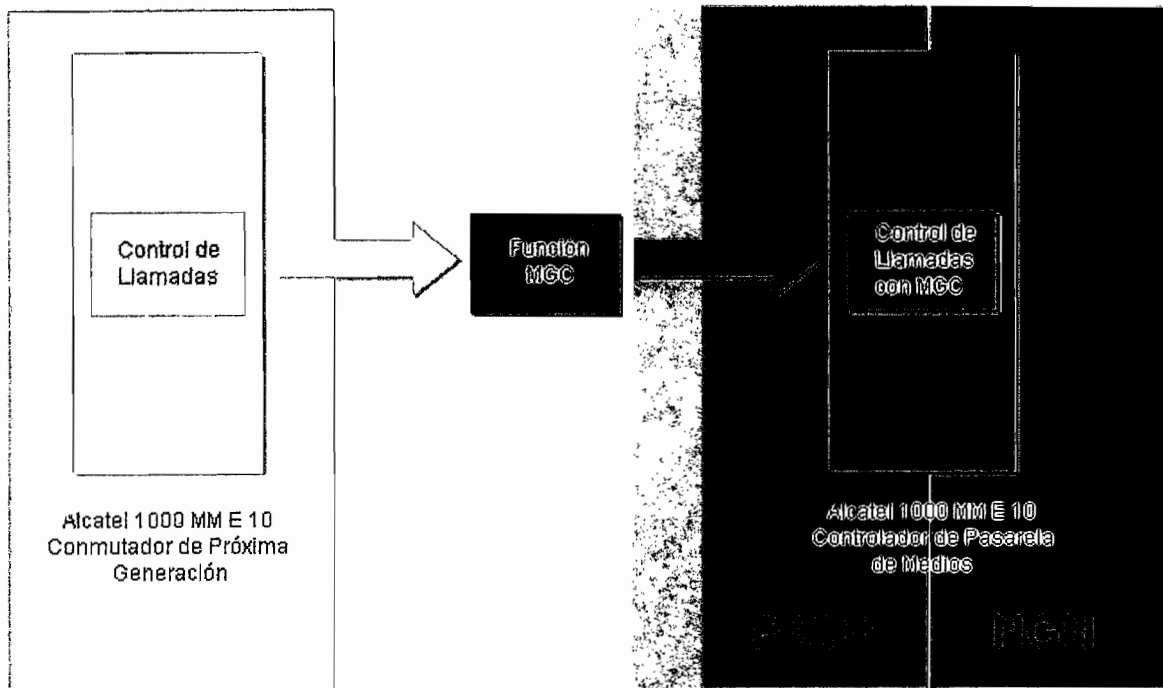


Figura 3.3 Esquema de la introducción de la función MGC en el Alcatel 1000 MM E10 [41].

La función MGC puede trabajar en modo *stand-alone* o integrada a la plataforma NGS en una estación multiprocesadora de control. Esta función permitirá las ventajas siguientes:

- Si la función está integrada a la plataforma, la central estará dentro de una arquitectura NGN y dentro de una arquitectura TDM al mismo tiempo, lo que permitirá una transición suave para las centrales que aún no se encuentren con esta tecnología.
- La función MGC controlará los *Trunking* y *Access Gateways* externos en H.248 (MEGACO) y dialogará con otros controladores de pasarelas a través del protocolo BICC-CS2 en el caso de que existan.
- *Trunking Gateway* integrado VoATM AAL2¹.

¹ **AAL2:** El nivel AAL2 en los nodos ATM, proporciona una transmisión con optimización del ancho de banda para paquetes de baja velocidad, con tamaño pequeño y variable, en aplicaciones sensibles a los retardos.

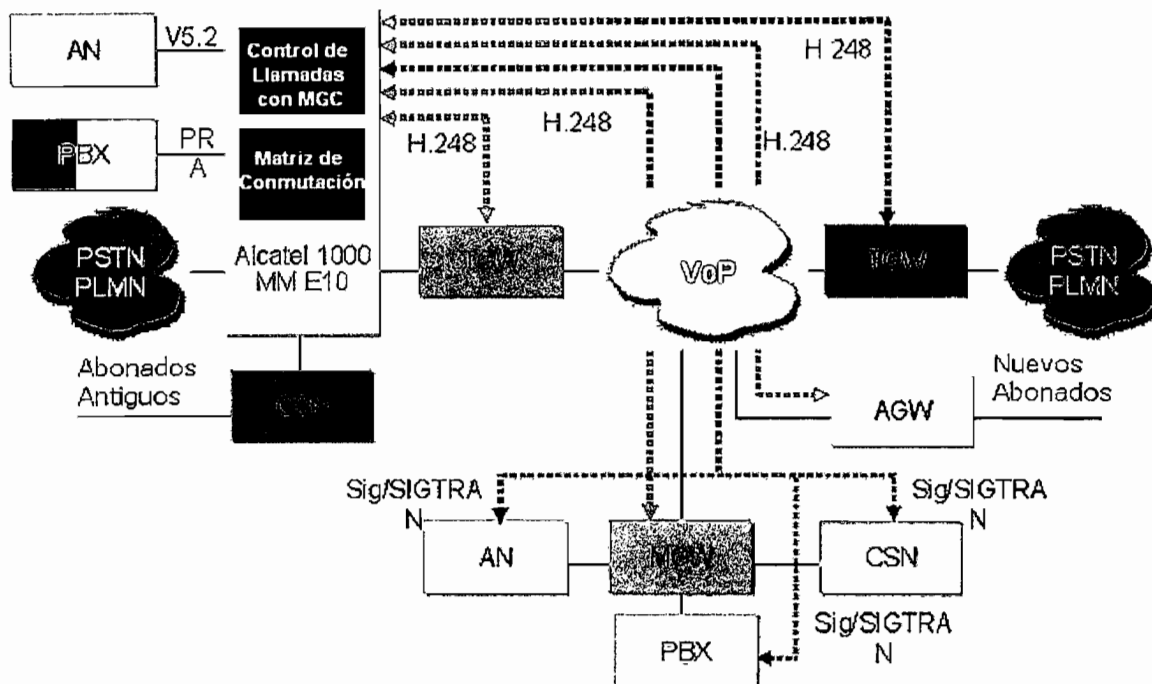


Figura 3.4 Ubicación del Alcatel 1000 MM E10 dentro de la red NGN/PSTN [41].

En el gráfico anterior se pueden observar las conexiones desde el sistema Alcatel 1000 MM E10 hacia las Pasarelas de Acceso que va a controlar a través del protocolo H.248 pasando ya por una red de paquetes que se puede manejar a través de este nuevo sistema de centrales. También se observan las conexiones hacia las PBX, Nodos de Acceso (AN) y la red antigua PSTN ya sea a través de una Pasarela de Encaminamiento (TGW) o directamente a través de la Central 1000 MM E10 utilizando los bastidores CSN que es donde se conectan los abonados a la central.

3.3.2.2 Introducción de un Softswitch.

La otra opción para dar inicio a una estructura NGN es la introducción de un *Softswitch* que vaya paralelo a la central de Quito Centro sin necesidad de instalar el ya mencionado sistema Alcatel A1000 MM E10.

Dentro de los productos Alcatel se encuentra el *Softswitch* 5020 para este tipo de aplicaciones. Los *Softswitches* suministran la inteligencia centralizada requerida para el control de los flujos de tráfico manejados por la red de transporte como se puede observar en el siguiente gráfico:

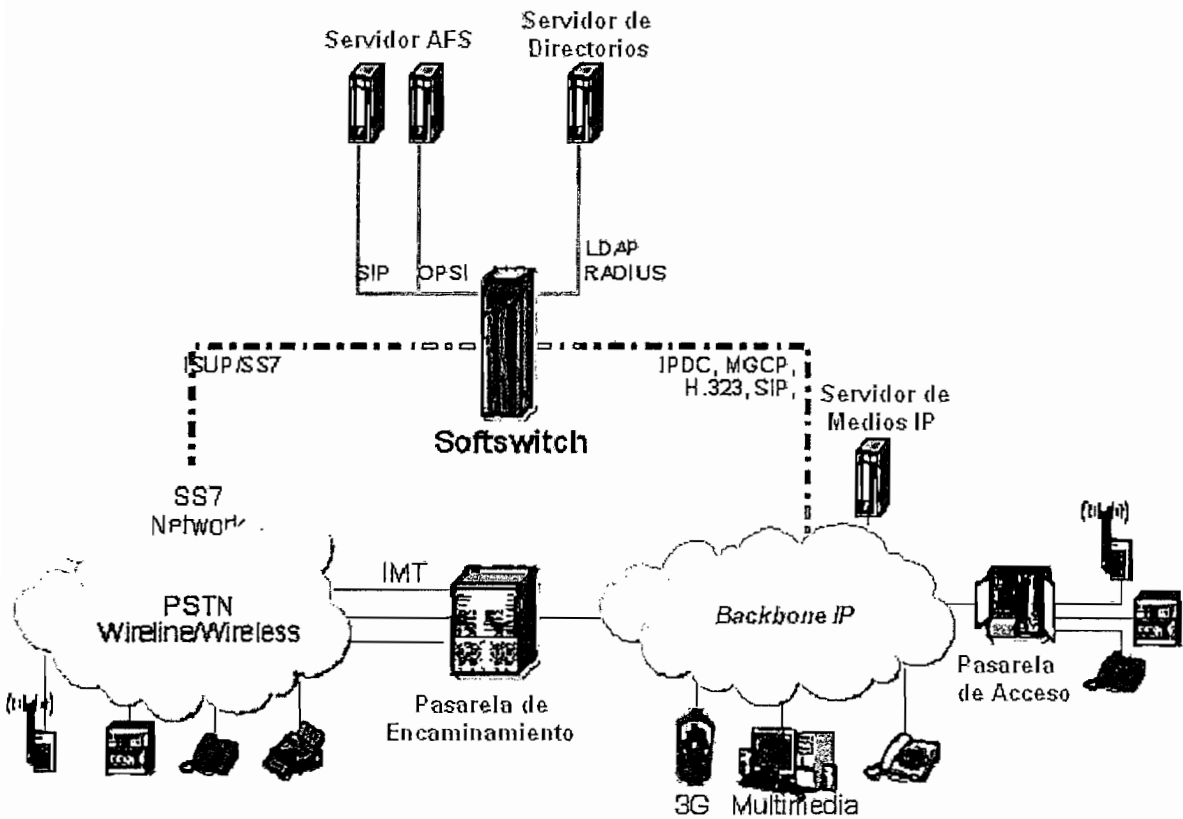


Figura 3.5 Diagrama de Red NGN con Inteligencia Centralizada [39].

El *Softswitch* 5020 es una plataforma escalable que se fundamenta en la popularidad de las aplicaciones Internet ofreciendo un amplio rango de características de voz de próxima generación y multimedia. Los puntos terminales nativos IP y la red clásica PSTN puede interconectarse usando Pasarelas de Medios bajo el control de este *Softswitch*.

El *Softswitch* 5020 permite un rápido desarrollo y despliegue de nuevos servicios innovadores; también permite a los proveedores de servicio seguir ofreciendo servicios de valor añadido y entregar servicios diferenciados.

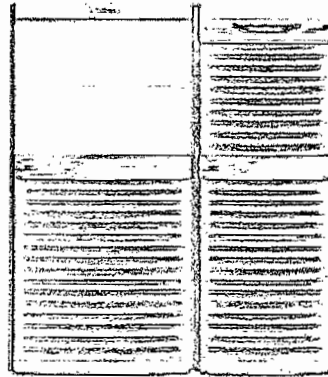


Figura 3.6 Equipo de Alcatel Softswitch 5020 [39].

El Softswitch 5020 provee control centralizado de llamadas y control de sesión para abonados nativos IP y abonados clásicos PSTN usando pasarelas IP. La arquitectura física del mismo está compuesta por una configuración FEP-BEP (*Front End Processor / Back End Processor*), donde los procesadores del *Front End* gestionan las interfaces, y el procesamiento es realizado en el *Back End*. Esta arquitectura permite asimismo un alto nivel de redundancia, escalabilidad y distribución del procesamiento. La siguiente figura esquematiza una configuración típica:

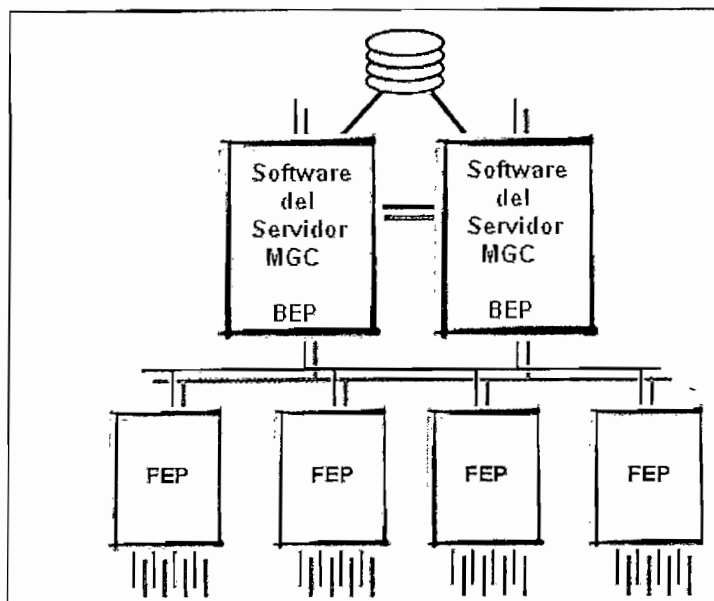


Figura 3.7 Arquitectura física del Softswitch 5020 [39].

Las diferentes configuraciones del *Softswitch 5020* comparten la misma plataforma base. Esta plataforma contiene las interfaces de los distintos

protocolos (H.323, SIP, IPDC, MGCP, H.248, etc.) y la capa de control de llamadas y sesión.

Una configuración particular del *Softswitch* 5020 es obtenida al combinar: las interfaces de protocolos requeridas, el *call/session control* y distintos Gestores Comunes de Funciones.

Las interfaces de protocolos son las interfaces del 5020 al mundo exterior. Están diseñadas modularmente, de tal forma que sean fácilmente adaptables y permitan proveer funcionalidades comunes y el mismo manejo a los abonados, ya sean, por ejemplo, terminales H.323 o SIP IP *phones* o pasarelas MGCP o MEGACO/H.248.

Así mismo se dispone de una amplia flexibilidad en relación a la interconexión con la PSTN, tanto al nivel de las interfaces de protocolo ISUP/SS7, en donde es posible soportar simultáneamente diferentes variantes ISUP, como al nivel de transporte de la señalización, pudiéndose colocar conexiones directas de enlaces de señalización a la plataforma.

El *call/session control* es la capa de control de sesiones y llamadas del 5020, decide qué mensajes crear y qué mensajes enviar. Provee una interfaz de lógica de servicios “independiente del protocolo” a los Gestores de Funciones Comunes (*Common Function Managers*).

Los Gestores de Funciones Comunes ejecutan las funciones comunes a los abonados del *Softswitch* 5020, como *Routing*, AAA (*Authentication, Authorization* y *Accounting*), *Billing*, de acuerdo a los servicios siendo utilizados, servicios de estadísticas y OAM (*Operation, Administration and Maintenance*) y asimismo brindan las interfaces a los sistemas externos con los cuales el 5020 se encuentre interactuando.

Entre los Gestores de Funciones Comunes presentes en el *Softswitch* 5020 de forma estándar se encuentran:

- *VPN Manager*: Permite al *Softswitch* 5020 operar en modo *VPN wholesaling* con ventajas como revender parte de las funcionalidades/ capacidades a los clientes, cada cliente usa su parte como si fuera operada por el mismo, etc.
- *OAM Manager*: Provee los medios para realizar las tareas de provisión, monitoreo y mantenimiento.
- *Location Manager*: Agrega capacidades de ruteo al *Softswitch* 5020 a través de un algoritmo de ruteo altamente flexible basado en el menor costo para enrutar eficientemente las llamadas sobre la red IP.
- *AAA Manager*: Agrega capacidades de Autenticación (verificación de nombre de usuario/contraseña), Autorización (si el usuario puede utilizar el servicio solicitado en el tiempo actual), y *Accounting* (almacenar información de datos de las sesiones de usuario). El *AAA Manager* es también responsable de la generación de los *Call Detail Records* (CDRs).
- *Service Manager*: Posibilita al *Softswitch* 5020 la conexión con servidores externos que implementan tareas dedicadas como ruteo (ruteo personal), manipulación/traducción de números, etc.
- *Inter-Domain Manager*: Provee el mecanismo para conectarse a otros *Softswitches* o *H.323 Gatekeepers*¹.

La siguiente figura muestra un esquema gráfico de los Gestores de Funciones Comunes dentro del *Softswitch* 5020:

¹ **Gatekeeper:** Una entidad H.323 de la red que facilita la traducción de direcciones y controla el acceso a la red para terminales, pasarelas y MCU H.323. El controlador de acceso puede prestar también otros servicios a los terminales, las pasarelas y las MCU, tales como la gestión de ancho de banda y la localización de pasarelas.

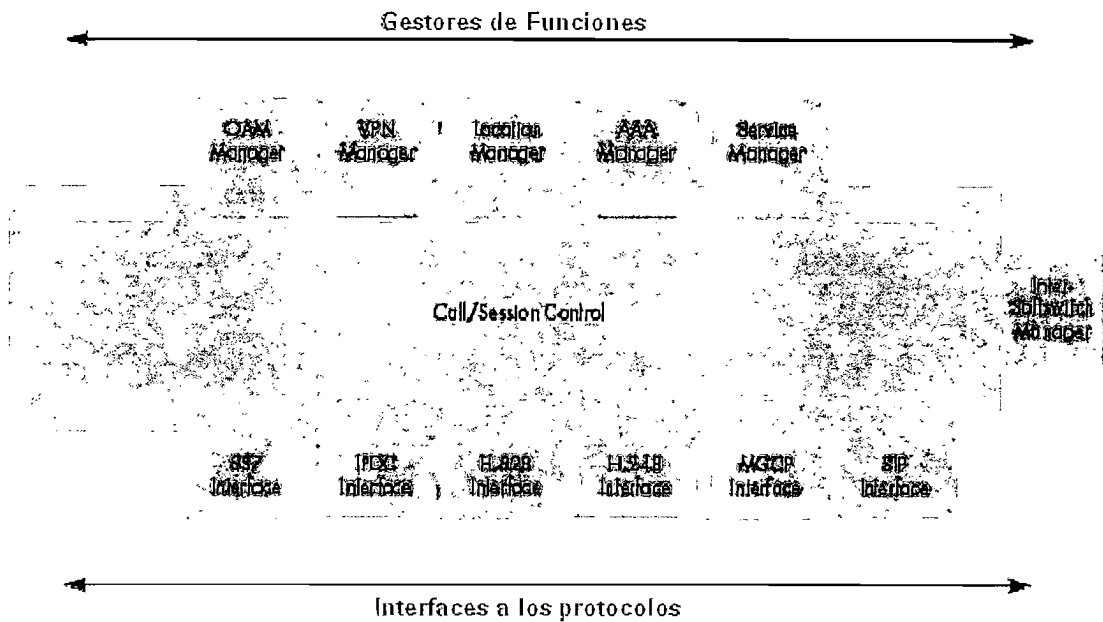


Figura 3.8 Arquitectura del Software del Softswitch 5020 [39].

El Softswitch 5020 puede tomar tres tipos de configuraciones: DS10, DS20 y ES40. Cuando el *Softswitch* es usado con Aplicación de *Bypass* de Larga Distancia o Telefonía IP, la capacidad comienza en 54 000 BHCA para un nivel de entrada (DS10) y se incrementa hasta 331 000 BHCA con configuración ES40. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

	Nivel de Entrada Autónomo (DS10 Alpha)	Nivel de Entrada En grupo (DS10 Alpha)	Rango Medio Autónomo (DS20 Alpha)		Rango Medio En grupo (DS20 Alpha)		Nivel Alto En grupo (ES40 Alpha)	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max
CAPS	15	27	15	29	27	51	51	92
BHCA	54,000	97,000	54,000	104,000	97,000	184,000	184,000	331,000
Narrowband ports	2,500	4,500	2,500	5,000	4,000	9,000	9,000	18,000

* El tráfico está basado en llamadas de tiempos constantes de cinco minutos

Figura 3.9 Tráfico para Aplicación LDB o IPT [39].

3.3.2.2.1 Aplicación Offload IP del Softswitch 5020.

Uno de los problemas críticos para los proveedores de servicio que poseen la red PSTN diseñada para transportar tráfico de voz, es el incremento del tráfico de datos de Internet generado por los usuarios *dial up*. Mientras el promedio alto

de llamadas de voz dura solo 5 minutos, el promedio de llamadas de datos *dial* dura 40 minutos^[10].

La solución ideal es desviar este tráfico de datos a un Servidor de Acceso Remoto (*Remote Access Server* o *RAS*) tan pronto sea posible para evitar sobrecargas en los conmutadores de voz. La plataforma del *Softswitch* 5020 con su Aplicación IPO (*Internet Protocol Offload*) permite a los operadores lograr este objetivo.

Para construir una solución IPO completa se requieren los siguientes equipos Alcatel:

- La plataforma del *Softswitch* 5020 con la aplicación IPO, para proveer la inteligencia y la funcionalidad básica para IPO.
- Servidores de Acceso Remoto (RAS) para proveer una funcionalidad de pasarela entre la red PSTN y la red de datos.
- Una red de *Backbone* de datos (por ejemplo la Infraestructura de Datos Unificada de Alcatel puede proveer una red de transporte de datos extremo-extremo).

En una red tradicional *dial up* la desviación de tráfico desde los conmutadores hacia el equipo RAS se realiza a través de enlaces ISDN PRI. Debido a que el equipo RAS se instala a la central de tránsito, la congestión dentro de la red PSTN ocurre principalmente en la interconexión entre un conmutador local y la central de tránsito y en la salida del conmutador local.

La aplicación IPO del *Softswitch* 5020 hace posible conectar el RAS en el punto más remoto en la red PSTN, desviando así, el tráfico de datos, a la central de tránsito y aliviando la congestión. Esta aplicación IPO también elimina la necesidad de transportar tráfico sobre costosos enlaces PRI. La aplicación IPO usa la red de señalización SS7 y enlaces menos costosos de encaminamiento entre máquinas (*Inter Machine Trunks* o *IMTs*). Esto se puede observar claramente en el siguiente gráfico:

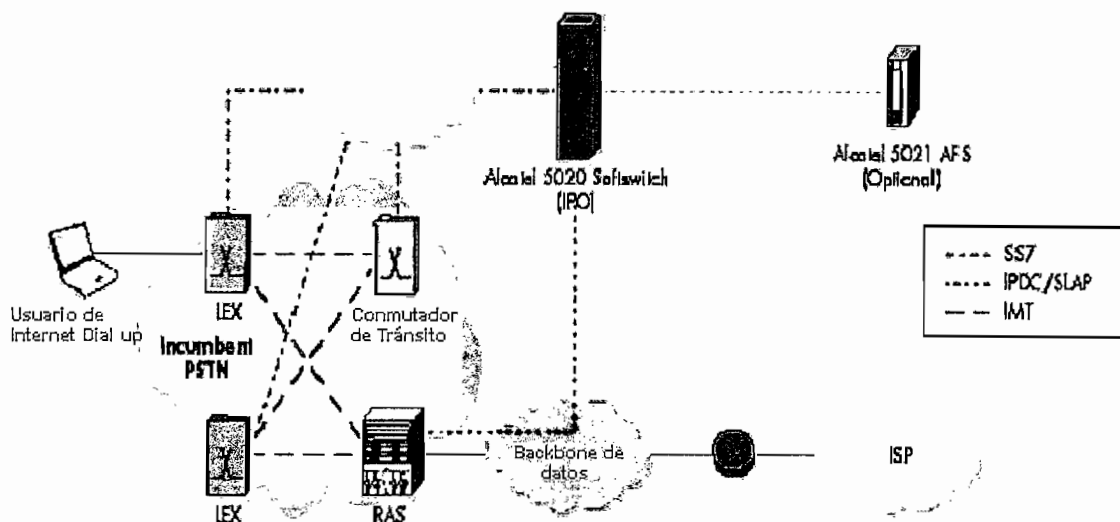


Figura 3.10 RAS directamente conectado a Conmutadores locales [10]

3.3.2.2.2 Telefonía IP con el Softswitch 5020.

El *Softswitch* 5020 con la Aplicación IPT (*Internet Protocol Telephony*) combina voz y datos usando redes basadas en tecnología IP ofreciendo servicios de voz tradicionales y un conjunto de servicios multimedia tanto para el mercado residencial como para el de negocios.

Para obtener la solución IPT se requiere de los siguientes equipos:

- La plataforma del *Softswitch* 5020 de Alcatel con la aplicación IPT para proveer la inteligencia y funcionalidad básica para IPT.
- El Servidor de Rasgos de Aplicación 5021 de Alcatel AFS (*Application Feature Server*) para organizar las aplicaciones que proveen valor añadido al *Softswitch*.
- Terminales Nativos IP para ubicar a los usuarios nativos IP.

La solución IPT puede también comprender otros elementos de red tales como:

- Pasarelas de VoIP (IP/PSTN) tales como la Pasarela de Medios de Alcatel 7505 o 7510 para conectar a la red PSTN e incluir a los usuarios no nativos IP al servicio IPT (esta opción será aclarada en el PASO2).

- Servidor de Medio IP 5022 de Alcatel IMS (*IP Media Server*) para añadir capacidades como anuncios de flujo IP, servicios de Respuesta de Voz Interactiva IP IVR (*Interactive Voice Response*) y reconocimiento de voz.
- Tecnologías de Acceso de Banda Ancha, tales como xDSL o LMDS¹ para conectar a los terminales nativos IP a la red IP.

Todo esto se puede observar para una mejor ilustración en el siguiente gráfico, incluyendo los protocolos que se utilizan para cada conexión de los equipos.

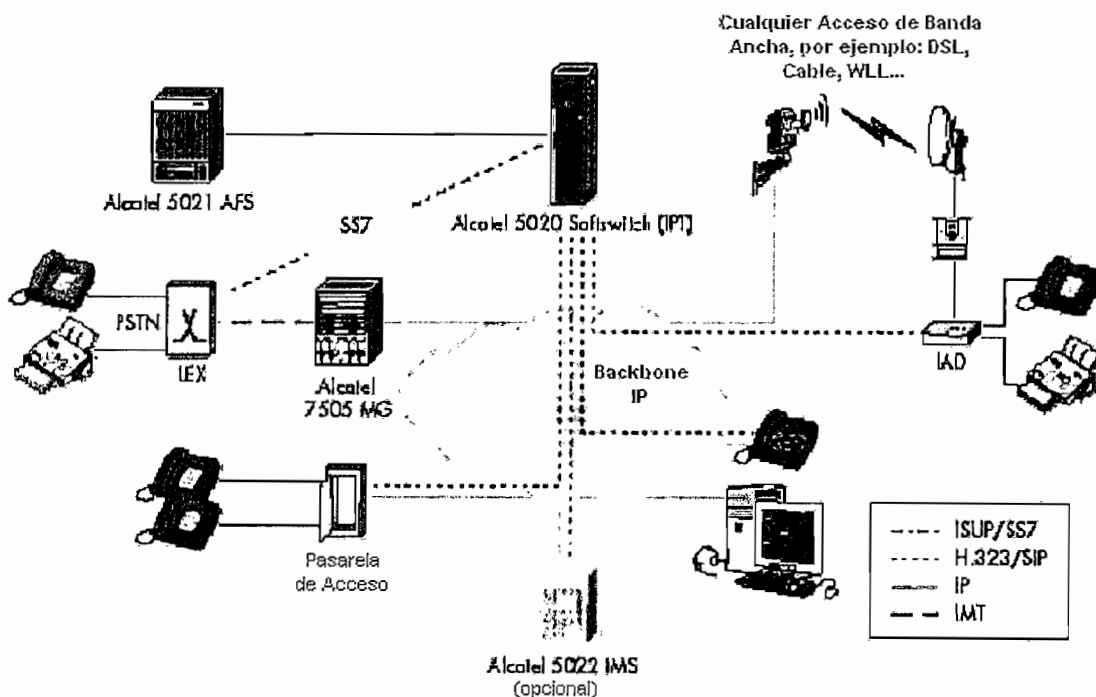


Figura 3.11 Configuración de Red con Aplicación IPT [10].

¹ LMDS: Local Multipoint Distribution Service o Servicios Locales de Distribución Multipunto. Es una tecnología inalámbrica que ofrece una velocidad de datos de 155 Mbps, y es capaz de transportar voz, video, imagen y datos.

Con la combinación de los servicios que brinda el *Softswitch* 5020 y los servicios adicionales soportados por el 5021 AFS de Alcatel, se pueden acceder tanto los servicios de PSTN como: Llamada en espera, Transferencia de llamadas, CLIP, CLIR, Tarjeta Prepago, etc.; así como nuevos servicios multimedia, tales como: llamada en espera en Internet, *Click-to-Call*, presencia y mensajería instantánea. Además servicios como un libro de direcciones personalizado junto con Video llamadas, Video conferencias, Chat, etc. Todo combinado en un único servicio poderoso.

3.3.2.2.3 Bypass de Larga Distancia con el Softswitch 5020.

El *Softswitch* 5020 de Alcatel con la aplicación de Desvío de Larga Distancia (*Long Distance Bypass o LDB*) permite a los proveedores de servicio tomar el primer paso al mundo NGN. Éste hace posible a los operadores usar redes basadas en IP para tráfico de voz de larga distancia desviando el encaminamiento de tránsito internacional y sus cargas asociadas.

El *Softswitch* 5020 con la aplicación LDB en conjunto con el Alcatel 5021 AFS y un número de Pasarelas de Encaminamiento, es todo lo que se necesita para iniciar con los beneficios de una arquitectura NGN.

El *Softswitch* 5020 servirá de puente entre le mundo TDM y el mundo IP en el nivel de señalización, mientras que las Pasarelas de Encaminamiento harán lo mismo en el nivel de portador, y como parte integrada de los servicios de la aplicación LDB, el equipo AFS 5021 organizará las aplicaciones dedicadas. Esto se puede observar en el siguiente gráfico:

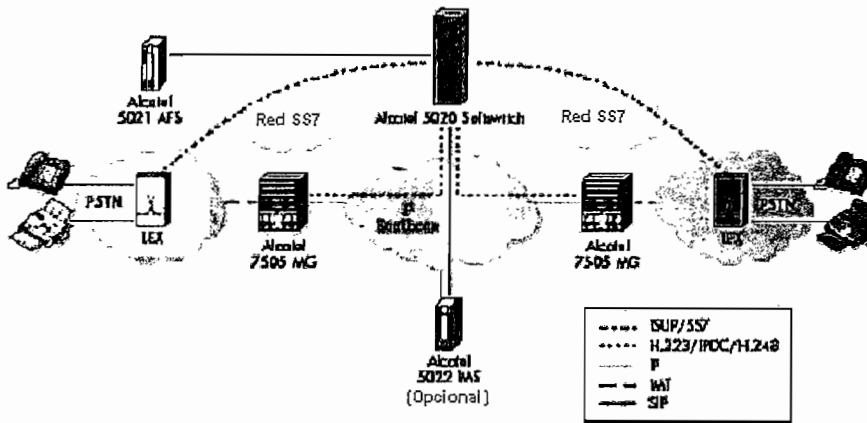


Figura 3.12 Diagrama de red de la aplicación LDB [10]

3.3.2.3 Gestión CMC A1300/NMC A5795.

El Alcatel 1300 CMC *Smart* es un producto basado en PC, el cual es una variante del 1300 *Convergent Network Management Center*. El CMC *Smart* provee acceso a todas las funciones de *Element Manager* de los elementos de la red Alcatel en una Red de Próxima Generación y multimedia. Como tal, permite el manejo centralizado de *Softswitches*, Pasarelas de Encaminamiento (7510 TGW), Pasarelas de Acceso (1540 AGW), Servidores de Llamada Multimedia, Servidores de Aplicación Multimedia y elementos relacionados.

Su instalación está basada en CD-ROM sobre PCs Windows (Windows XP). Brinda una navegación conveniente entre aplicaciones que incrementa la eficiencia para aplicaciones complejas.

El Alcatel 1300 CMC *Smart* reduce en un 10% los gastos operativos (OPEX) comprado con soluciones que usan gestión por separado. Además, es menos costoso que una completa solución de gestión de la red debido a la combinación de elementos de gestión, gestión de alarma básica (y gestión de alarma en tiempo real), y gestión de elementos integrados a nivel de pantalla que brinda una solución de gestión básica centralizada.

Network Management Center Element / A5795.

El NMC 5795 provee todas las funciones y capacidades para manejar los productos de la unidad de negocios multimedia y datos NGN, y cualquier dispositivo de soporte SNMP.

Además, ofrecería a Andíntel una vista de la red integrada de los equipos instalados, y permitiría ingresar dentro de los elementos de red para realizar acciones de gestión específicas de los dispositivos de la red, tales como configuración y gestión de fallas.

El NMC 5795 brinda un conjunto comprensivo de aplicaciones de gestión de elementos, reporte de tráfico y utilización en tiempo real, monitoreo de funcionamiento, reporte y vigilancia de alarmas, configuración de equipos y provisionamiento de servicios.

Esta aplicación combina la funcionalidad de gestión de los elementos y de la red, presenta para el operador un interfaz gráfico amigable compuesto de un número de ventanas específicas de tareas que permiten al operador manejar la red de una manera detallada y estructurada. El operador recibe una descripción clara y concisa de cualquier falla, resaltando las que son más urgentes y sugiriendo posibles acciones correctivas. Este interfaz gráfico está escrito en Java para usar sobre una variedad de plataformas de Microsoft y UNIX.

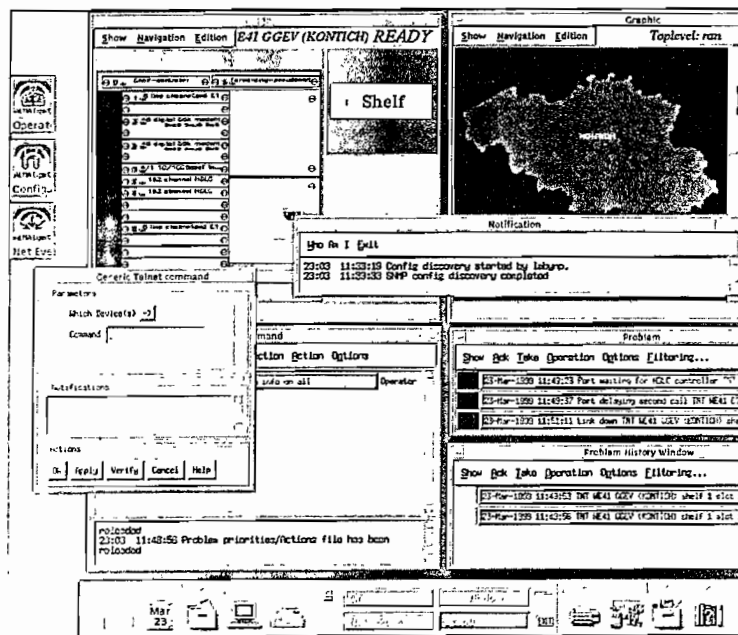


Figura 3.13 Interfaz gráfica del NMC 5795 [39].

3.3.2.4 Proceso final en la migración en las centrales de clase 4.

A las dos opciones presentadas con productos Alcatel es necesario introducir una Pasarela de Encaminamiento (TGW), como se puede observar en el PASO 2.

Como conclusión se puede determinar que la opción de la introducción de un *Softswitch* es la más aconsejable para la red de Andinatel porque brinda una solución menos compleja de red y con una mayor amplitud de rangos de servicios; y además, como principal razón, por costos para el operador, ya que para la migración de centrales clase 4 sería necesario adquirir una nueva central telefónica (Alcatel A1000 MM E10) e incorporar a dicha central la función MGC, donde el costo referencial para casi 12 000 abonados sería de 1'080.000 USD DÓLARES AMERICANOS, sin tomar en cuenta el costo de la inserción de la función MGC en la central telefónica.

Además se necesitaría de un mayor espacio físico para la central que el que se requeriría para la implementación del *Softswitch*. La implementación de un *Softswitch* implicaría un menor costo para Andinatel, brindando las mismas características de servicios hacia los usuarios finales.

3.3.3 PASO 2: ENCAMINAMIENTO DE VOZ SOBRE PAQUETES.

Como una de las metas básicas de la introducción de NGN es migrar a una única infraestructura basada en paquetes, el transporte de voz migrará fácilmente a tecnología IP o nodos ATM.

El primer paso hacia la migración de Voz sobre Paquetes (VoP) es extender los conmutadores locales existentes con pasarelas de Encaminamiento (TGW) integradas para convertir la voz TDM en paquetes (ATM o IP). Este acercamiento garantiza la protección de la inversión TDM, mientras provee al operador una salida a la solución al encaminamiento sobre paquetes, así como un continuo acceso a los servicios basados en el conmutador y a los servicios de valor añadido basados en la Red Inteligente. De igual manera se puede añadir una Pasarela de Encaminamiento externo controlado por un conmutador Clase 4 (tránsito), utilizando los protocolos H.248 o Megaco. Desde un punto de vista general la red quedaría como se presenta en el siguiente gráfico:

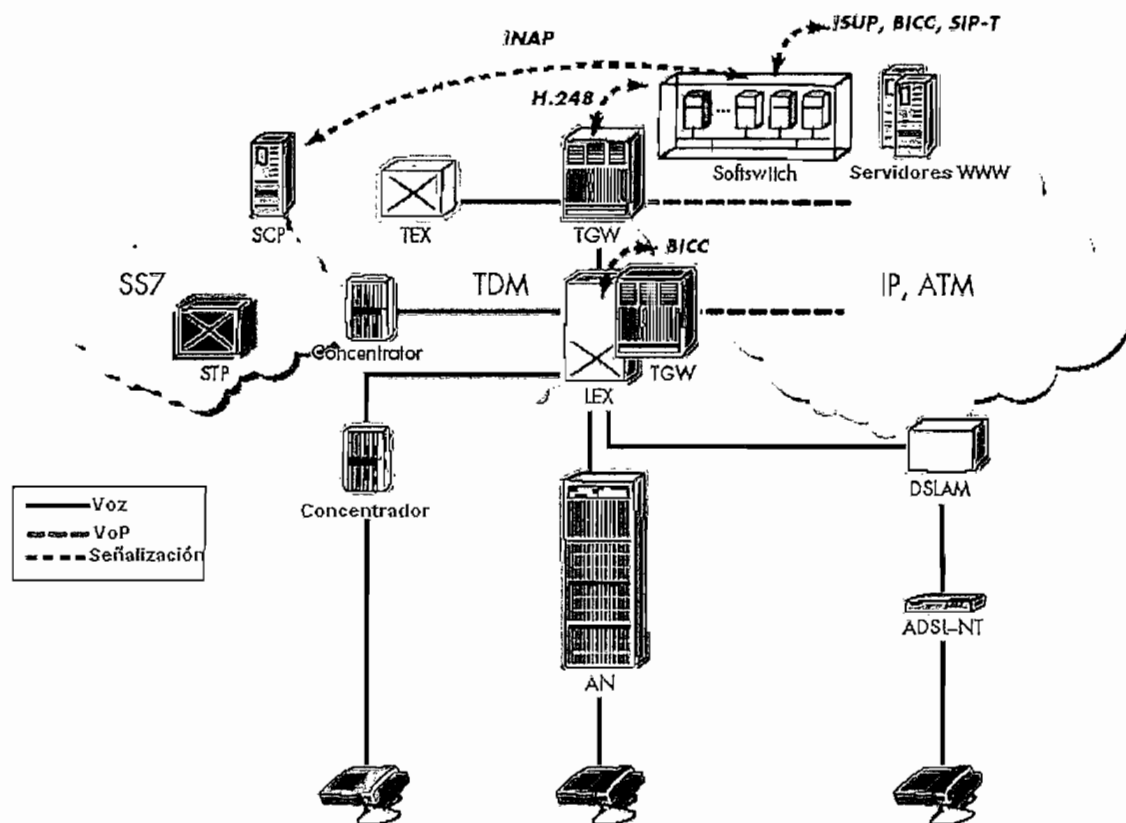


Figura 3.14 Encaminamiento de Voz sobre Paquetes VoP [37]

3.3.3.1 Pasarela de Encaminamiento (TGW) 7510 de Alcatel.

Como uno de los principales componentes del grupo de productos de Próxima Generación de Alcatel se encuentra la Pasarela de Medios Alcatel 7510 Release 2.2, que brinda conexiones de voz entre la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) y las redes de paquetes. El Alcatel 7510 combina la fiabilidad y simplicidad de la voz con la velocidad y eficiencia de las redes de datos.

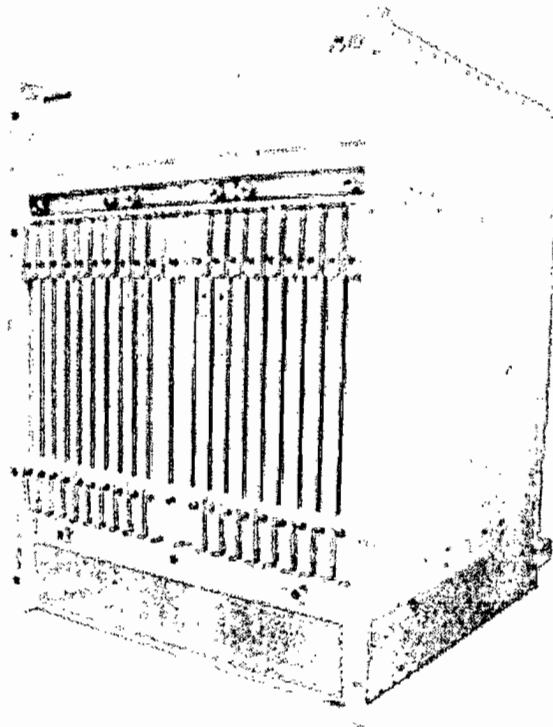


Figura 3.15 Chasis de la Pasarela de Encaminamiento de Alcatel 7510 [39].

El equipo de Alcatel 7510, es una Pasarela de Medios NGN que conecta el tráfico en circuitos conmutados de redes telefónicas (por ejemplo, servicios de voz con multiplexación por División de Tiempo TDM) a redes de paquetes y viceversa.

La migración desde una infraestructura de conmutación de circuitos a una infraestructura NGN de conmutación de paquetes permitiría a Andinatel brindar servicios comunes usando una red de *backbone* de paquetes convergente, habilitar nuevos servicios avanzados para ofrecer a los clientes, reducir los gastos operacionales (OPEX) como un resultado de la baja potencia y enfriamiento requerido por los equipos, minimizando también el costo de los canales y el

espacio físico; y por último, reducir los gastos de capital asegurando una expansión eficiente de la capacidad en pasos graduales.

El Alcatel 7510 emplea una arquitectura dual de conmutación altamente flexible que permite operaciones de conmutación TDM a paquetes y TDM a TDM, es decir, las operaciones de conmutación TDM y paquetes pueden ocurrir simultáneamente en esta pasarela. Además, la capacidad de este sistema puede ser incrementado de acuerdo al crecimiento de los requerimientos de la demanda de tráfico en el futuro.

Este producto está diseñado para ser una Pasarela de Encaminamiento (TGW) de Voz sobre IP (VoIP), que como una única plataforma puede evolucionar a operar como una pasarela multiservicio, ofreciendo, por ejemplo, los servicios de una Pasarela de Acceso centralizada y aplicaciones de pasarela paquete a paquete.

La pasarela Alcatel 7510 soporta hasta 20 módulos, teniendo redundancia 1 + 1 o N + 1; está diseñado para soportar continuas operaciones sin presentar ninguna falla. La información de la configuración es mantenida en cada módulo de *standby*; esto previene la pérdida de llamadas activas cuando la pasarela 7510 conmuta desde un módulo activo a uno en *standby*, por ejemplo, para realizar mantenimiento o actualización del equipo. Cada módulo contiene copias completas de *software* para asegurar que la Pasarela 7510 permanezca en línea mientras se realiza la actualización del *software* o se produce una falla del módulo. Las comunicaciones entre la Pasarela de Alcatel 7510 y el *Softswitch* también son completamente redundantes.

El equipo de Alcatel 7510 soporta completamente el modelo NGN brindando una interfaz abierta a la capa de control, usando el protocolo de control de pasarela de medio estandarizado, MEGACO/H.248. Para incorporar los estándares SIGTRAN, la Pasarela 7510 asegura un transporte fiable y seguro de señalización SS7 o ISDN entre la PSTN y NGN.

La Pasarela puede manejar hasta 16 000 puertos de VoIP por *shelf* y hasta 64 512 puertos TDM por *shelf*; además puede escalar hasta 3 *shelves* por *rack*. Puede soportar hasta 90 tentativas de llamada por segundo o CAPS (*call attempts per second*) por *shelf*. Lo que muestra una gran capacidad del equipo por lo que es útil cuando se maneja una gran cantidad de circuitos dentro de una red TDM.

3.3.3.2 Pasarela de Encaminamiento (TGW) 7505 de Alcatel.

Las pasarelas son en la NGN los elementos que permiten a la voz y a los datos ser transportados sobre una red basada en paquetes. La pasarela proporciona funciones de paquetización, compresión de voz, supresión de silencio y cancelación de eco.

La pasarela de medio 7505 de Alcatel corre sobre tecnología IP y tiene las siguientes características:

- Arquitectura distribuida y un subsistema de bus innovador que brinda una alta escalabilidad y funcionamiento para una variedad de aplicaciones de acceso.
- Operación directa para dar al operador una fiabilidad de la calidad.
- Una densidad de puertos alta para ahorrar espacio físico.
- Soporte multiprotocolo y lo último en tecnologías de Procesamiento Digital de Señales para futuras inversiones.
- Administración fácil de manejar y entender.

Cada Pasarela de Encaminamiento 7505 puede tener hasta 10 módulos delanteros (*Forwarding Modules o FM*) en sus 10 *slots*, debido a que cada módulo delantero incluye su propio procesador, memoria y *software* de protocolo. Cada módulo delantero puede ser equipado con un máximo de dos tarjetas con aplicaciones específicas llamadas módulos personales. Cada módulo personal brinda interfaces de línea adicionales o funcionalidades de servidor.

Dentro de cada Pasarela 7505 se ubican tres buses redundantes para dar interconexiones de alta capacidad entre los módulos delanteros:

- Un bus TDM transporta tramas de bits de señal digital de nivel 0 (DS0), llevando señal *dial up* de banda angosta, ISDN, y tráfico de voz entre los puertos TDM y puertos DSP (*Digital Signal Processor*).
- Dos buses de datos de 1 Gbps llevan la voz paquetizada entre los DSPs y los puertos IP.
- Un bus de administración transporta los mensajes fuera de banda para dar secuenciamiento y otras características de *hardware*.

Todas estas características se pueden observar en los siguientes gráficos:

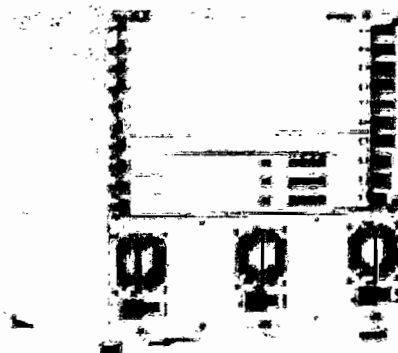
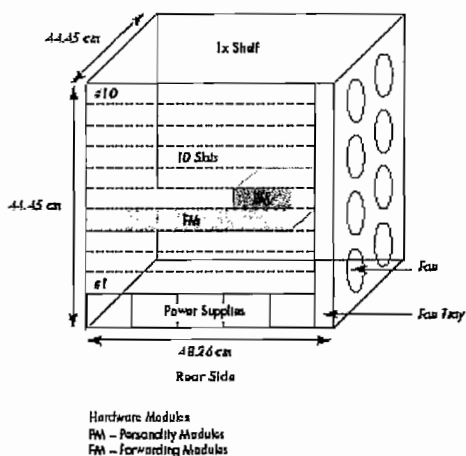


Figura 3.16 Chasis de la Pasarela de Encaminamiento Alcatel 7505 [10].

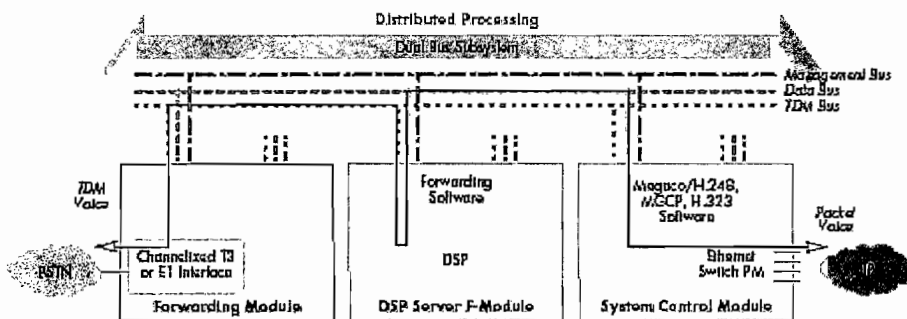


Figura 3.17 Arquitectura de bus redundante de la Pasarela de Encaminamiento Alcatel 7505 [10].

Las pasarelas necesitan ser capaces de crecer transparentemente su capacidad de puertos para futuros requerimientos de incremento de tráfico sin el

reemplazo de *hardware*. Así como también, las pasarelas necesitan proporcionar un máximo de densidad de puertos para minimizar el espacio y el precio por puerto. El Alcatel 7505 basado en su diseño modular permite añadir DSPs para poder incrementar la capacidad de puertos de acuerdo a los requerimientos de tráfico de la red. Cada módulo DSP proporciona una capacidad de 168 conexiones de VoIP coexistentes. La capacidad total por bastidor se puede extender como se ve en la siguiente tabla:

	Puertos DSO por chasis	Puertos DSO por rack	BHCA por chasis
Configuración ETSI: 16 puertos E1	496	1 488	9 920

Tabla 3.2 Densidad de puertos y capacidad de la Pasarela de Encaminamiento 7505 [10].

Para redes de datos, la Pasarela de Encaminamiento 7505 de Alcatel, proporciona métodos más versátiles de conexión, usando hasta 4 puertos Fast Ethernet 10/100; y enlaza directamente a redes enrutadas con IP.

En un ambiente H.323 la Pasarela de Alcatel 7505 une la capa de control con la capa de medios; recibe directamente la señalización de la llamada ISDN a través de PRI o señalización SS7, de acuerdo a esta información de señalización, establece conexiones con otras pasarelas o terminales H.323.

En un ambiente MGCP o Megaco/H.248, la Pasarela de Enrutamiento 7505 actúa como una pasarela de medios pura sin ninguna conexión a la capa de control. Un *Softswitch* externo maneja la señalización de la llamada y otras funciones no relacionadas, y controla la pasarela de medios usando el Protocolo de Control de Pasarelas (MGCP o Megaco/H.248).

Además, con un software de actualización simple la Pasarela de Alcatel 7505 puede cambiar de un modelo de pasarela a otro, protegiendo de esta manera, la inversión en la evolución hacia NGN.

Para el procesamiento de la voz, los DSPs realizan reconocimiento de la señal para discriminar entre señales de voz y de datos.

3.3.4 PASO 3: ACCESO DE VOZ SOBRE PAQUETES.

Con el rápido crecimiento del mercado de banda ancha (ADSL, LMDS, cable), el operador puede introducir tecnología de voz sobre paquetes para capturar el crecimiento en la red de acceso.

Para esto, el Softswitch 5020 (ya instalado en el PASO 1), necesita adquirir características locales siendo un elemento de control compartido, y direccionar las pasarelas usando el protocolo H.248 o Megaco.

El esquema de cómo termina la red después de este paso, se muestra en la siguiente figura:

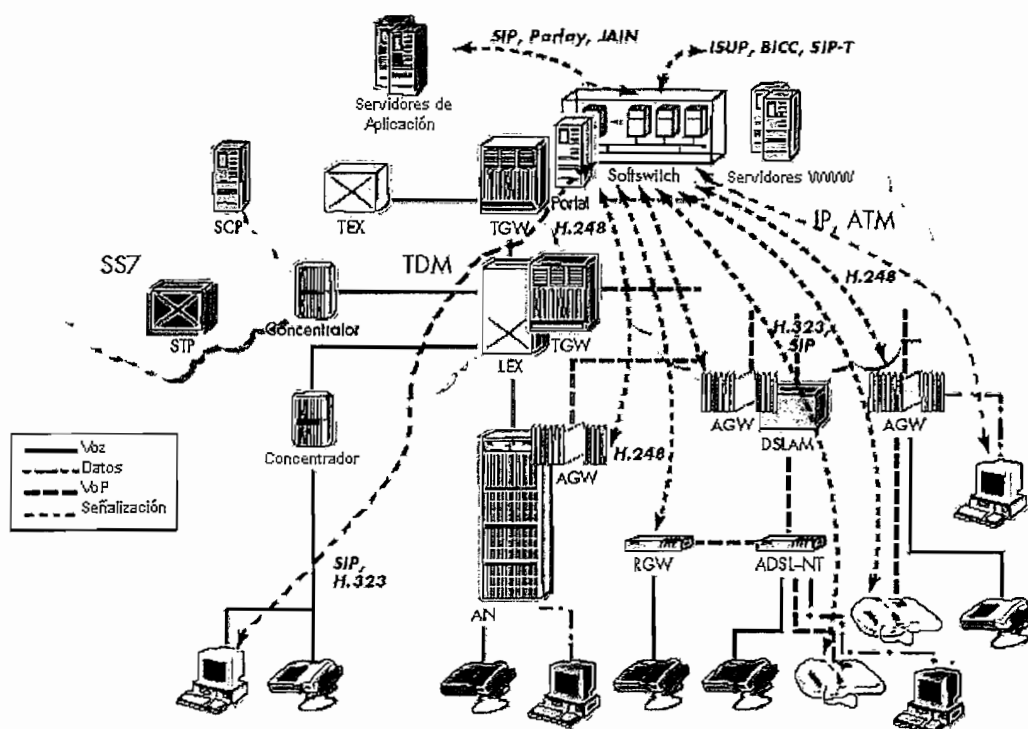


Figura 3.18 Voz sobre paquetes en acceso y terminales y Multimedia [37].

3.3.4.1 Pasarelas Residenciales (RGW) en la red de acceso.

Los abonados ADSL pueden instalar una Pasarela Residencial (*Residential Gateway o RGW*) o Dispositivos de Acceso Integrado (*Integrated Access Device o IAD*) con capacidad de codificar voz sobre paquetes (VoP). La Pasarela Residencial provee al usuario ancho de banda con voz sobre paquetes extremo a extremo.

Pasarela Residencial (RGW) Alcatel 7102.

La Pasarela Residencial Alcatel 7102 ofrece a los proveedores de servicios entregar a los usuarios finales, oficinas pequeñas en el hogar, y a clientes empresariales, una generación de ingresos, proveniente de los servicios de la Red de Próxima Generación (NGN).

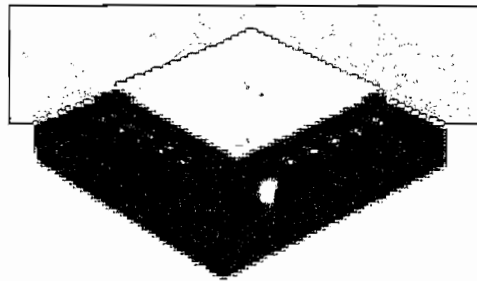


Figura 3.19 Chasis de la Pasarela Residencial (RGW) 7102 de Alcatel [39].

El Alcatel 7102 brinda una variedad de servicios de valor añadido que son desarrollados sobre una única conexión de banda ancha, incluyendo una alta calidad de voz/fax sobre IP, servicios de acceso de alta velocidad a Internet. Brinda 2 o 4 puertos analógicos (puertos RJ-11) para conectividad a teléfonos regulares y máquinas de fax. También ofrece un interfaz 10/100 Mbps Ethernet (puerto RJ-45) para enlaces *down link* a la PC. La Pasarela Alcatel 7102 soporta enlaces de banda ancha *up link* con interfaz 10/100 Mbps Ethernet (puerto RJ-45) para conectividad a módems DSL y otros terminales de banda ancha.

La Pasarela de Alcatel 7102 también ofrece una completa interoperabilidad con un rango de productos NGN/VoIP, incluyendo Pasarelas GR303/V5.2,

softswitches, servidores *proxy*¹ SIP y *gatekeepers* H.323. Esta pasarela se puede utilizar para el desarrollo de cualquier tipo de red de banda ancha, tal como xDSL, PacketCable, Ethernet, WLL (*Wireless Local Loop*).

3.3.4.2 Pasarelas de Acceso con el DSLAM.

Con la tecnología ADSL que brindan los equipos DSLAM, ya instalados en la red de Andinatel, se puede actualizar al software del mismo con funcionalidad de pasarela VoP. De la misma manera se puede instalar más equipos DSLAM ya con esta funcionalidad para ampliar la red de acceso.

Equipo DSLAM 7300 de Alcatel.

El equipo de Alcatel Administrador de Acceso de Servicios Avanzados 7300 ASAM (*Advanced Services Access Manager*) usa tecnología DSL (*Digital Subscriber Line*) para entregar un gran acceso de banda ancha y generar nuevos ingresos de los servicios de banda ancha sobre la existente línea telefónica. Brinda capacidad para necesidades residenciales (juegos, oficinas en casa, Video bajo Demanda o VoD, etc.) y necesidades de negocios (Redes Privadas Virtuales o VPNs, *hosting* para Internet y e-mail, videoconferencia, conexión directa a nodos ATM o Ethernet).

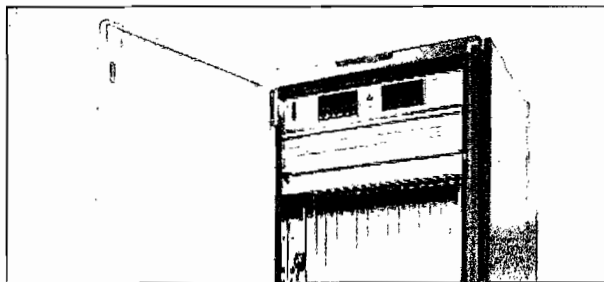


Figura 3.20 Vista del equipo Alcatel 7300 ASAM [39].

El Alcatel 7300 ASAM es una plataforma abierta para el desarrollo de banda ancha basada en cobre, que ofrece:

¹ **Servidor Proxy:** Dispositivo que funciona como intermediario en transacciones electrónicas y que permite regular el tráfico de datos y establecer ciertas medidas de seguridad.

- Soporte para múltiples clases de servicios DSL incluyendo ADSL, VoDSL, SHDSL¹, y VDSL.
- Capacidades de calidad de servicio (QoS) para IP y ATM.
- Monitoreo del funcionamiento para administración de Acuerdos de Nivel de Servicio (SLAs) en el área de negocios.

El Alcatel 7300 ASAM soporta una amplia variedad de interfaces de red, tales como: ATM, STM-1, E3, E1 y Ethernet. Esto brinda a los proveedores de servicios la flexibilidad para escoger entre varias opciones para la red de *backbone*.

Los proveedores de servicio que brindan Internet de alta velocidad pueden desarrollar servicios de valor añadido que llevan a una rápida generación de ingresos, tales como juegos. Los clientes de negocios pueden adquirir Redes Privadas Virtuales IP, oficinas virtuales, servicios antiguos de banda ancha sobre Línea de Abonado Digital (DSL) y servicios de voz paquetizada de alta calidad. El próximo paso serán servicios de entretenimiento como Video bajo Demanda y video *broadcast* de alta calidad.

Para aprovechar de mejor manera la base instalada ADSL se puede ofrecer servicios de banda ancha. Con este equipo de Alcatel 7300 ASAM, que cuenta con soluciones basadas en estándares extremo a extremo, se puede ofrecer, video personal, *broadcast* TV, VoD y *e-commerce*², esto se puede brindar sobre varias plataformas de usuario final, como computadoras y televisores.

¹ **SHDSL:** Esta tecnología xDSL está diseñada para transportar señales T1 a 1.544 Mbps sobre un simple par de cobre. Ofrece los mismos 2.048 Mbps de ancho de banda como solución a los tradicionales 4 cables de HDSL, con la ventaja de requerir solamente un simple par de cobre.

² **e-commerce:** Es el comercio realizado mediante el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Normalmente se refiere a la compra-venta de productos y servicios a través de Internet, incluyendo tanto la plataforma telemática, como el soporte a clientes, las ventas, el *marketing* del proceso de ventas completo y toda la integración con los procesos administrativos (facturas, albaranes, logística, etc.).

El equipo 7300 ASAM de Alcatel puede ser usado para optimizar los costos de video *broadcast* debido a que cuenta con funcionalidad multidestino. Esto elimina tráfico repetido en la red. Estos servicios pueden ser desarrollados cerca de los usuarios finales con un aseguramiento del funcionamiento óptimo de la red, y los usuarios pueden selectivamente enlazarse o desconectarse de la señal *multicast* de audio o video en tiempo real; todo esto se puede observar en el siguiente gráfico:

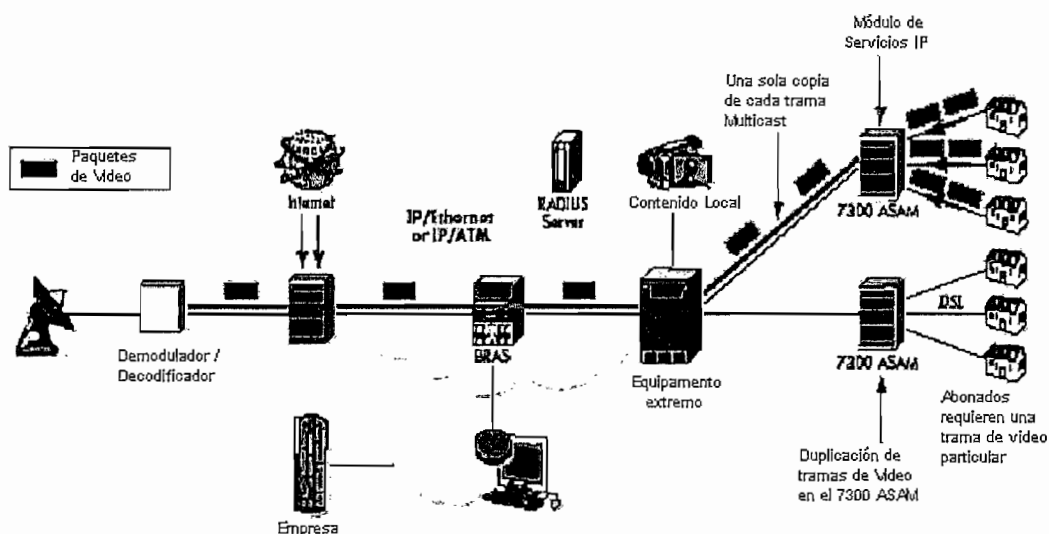


Figura 3.21 Flujo de Video Multicast para aplicaciones de video IP de banda ancha [39].

3.3.4.3 Pasarelas de Acceso Distribuido.

Por otro lado, también se necesita reutilizar los Nodos de Acceso existentes en la red. Para conectar a este tipo de abonados de voz directamente a la red de datos, es necesario actualizar los Nodos de Acceso con funcionalidad de Pasarela de Acceso AGW; también se pueden introducir nuevas Pasarelas de Acceso en la red; y de la misma manera, adquirir más Nodos de Acceso con esta funcionalidad de pasarela.

Nodo de Acceso Litespan 1540 de Alcatel.

El Litespan 1540 de Alcatel es una Pasarela de Acceso (AGW) flexible y multiservicio que permite al operador entregar xDSL basado en ATM, banda ancha y banda angosta basada en TDM y servicios NGN para un área desde un único nodo.

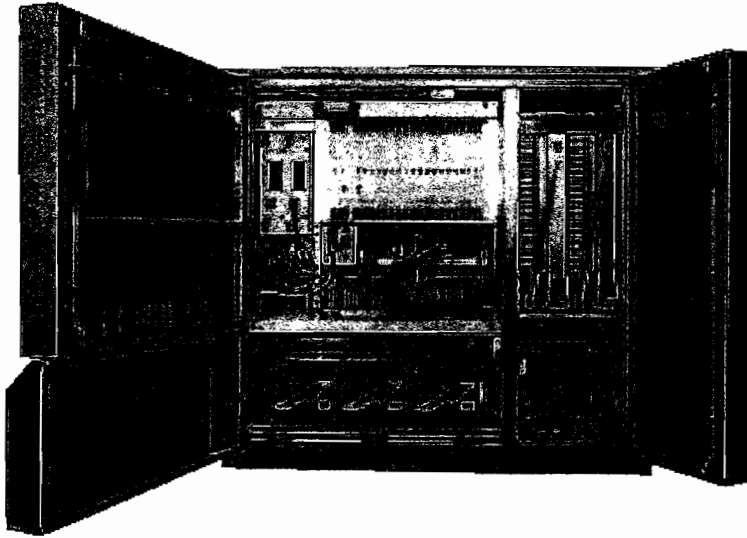


Figura 3.22 Vista del chasis del Litespan 1540 de Alcatel [39].

El Litespan 1540 soporta múltiples tecnologías de red desde TDM a ATM e IP. El Litespan 1540 puede ser desplegado en diferentes topologías: punto a punto, punto a multipunto, anillo. Usando cobre y/o fibra con conexiones a interfaces abiertas para redes de conmutación de voz y de datos. Además, el Litespan 1540 integra mecanismos de transporte PDH o SDH hacia las redes de conmutación; el tráfico de banda ancha (xDSL) y banda angosta (voz y líneas de datos arrendadas) puede mezclarse en la misma fibra (SDH STM-1 o STM-4). El tráfico de banda ancha puede ser enrutado a través de interfaces ópticas STM-1 o interfaces eléctricas E3 hacia la red de *backbone* con nodos ATM, el tráfico DSL puede ser redireccionado hacia la red de *backbone* a través de puertos Ethernet. Este escenario de integración del Litespan 1540 a los diferentes tipos de tecnología y áreas de negocios se puede esquematizar en la siguiente figura:

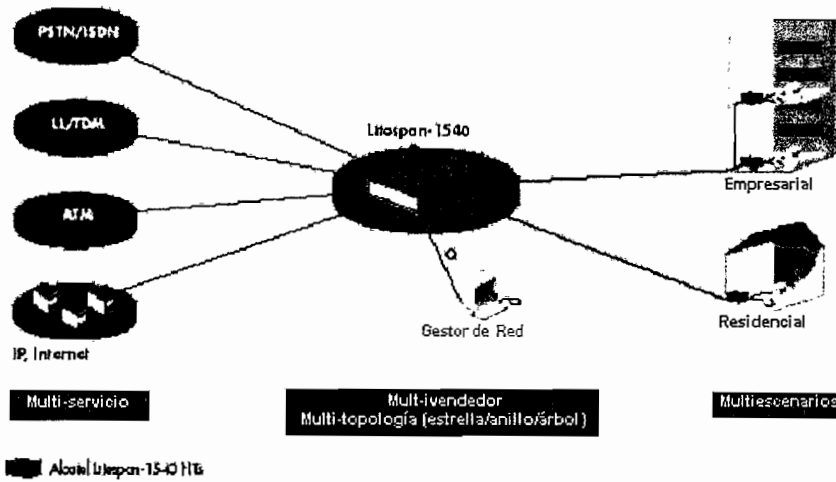


Figura 3.23 Esquema del escenario del Litespan 1540 de Alcatel [39].

Este equipo, puede manejar fibra óptica y así, en la red de acceso acortar la longitud del lazo incrementando la capacidad de banda ancha para el usuario final. Esta es la clave para reforzar el funcionamiento de los servicios ADSL y otros de banda ancha (como VDSL).

El Litespan 1540 actúa como una pasarela de transición permitiendo a los operadores mantener los servicios que brinda TDM y ATM/IP en la velocidad requerida por los usuarios finales. Este equipo de Alcatel es una plataforma para IP que provee Voz sobre IP (VoIP) y Voz sobre DSL (VoDSL), y puede incorporar otros servicios IP.

El Nodo de Acceso Litespan 1540 de Alcatel, puede ser transformado de ser sólo un Nodo de Acceso a ser una Pasarela de Acceso NGN a través de una simple inserción de una tarjeta de pasarela Voz sobre IP (VoIP); con esto puede soportar servicios de VoIP con una inversión mínima en el futuro. El operador puede escoger cuáles clientes permanecerían conectados a la anterior red de *backbone* TDM y cuáles serían migrados a la nueva red de *backbone* NGN.

El Litespan 1540 provee voz de banda ancha básica y servicios de datos, usando POTS, ISDN, por ejemplo; el sistema entrega acceso de banda ancha a Internet, capacidades de datos y multimedia sobre tecnología ADSL para permitir navegar sobre Internet y bajar archivos para los usuarios finales con mayor

velocidad. Es decir, el Litespan 1540 tiene un amplio rango de servicios a usuarios finales (POTS, ISDN, ADSL, datos desde 64 Kbps a 2 Mbps, HDSL, SHDSL, VoIP, VoDSL).

En ubicaciones urbanas bien establecidas donde el nuevo crecimiento excede la capacidad de cable existente, el Litespan 1540 provee alivio al cable principal, sirviendo hasta 2 000 abonados por sistema.

El Litespan 1540 puede ser usado como un reemplazo para pequeños, viejos y obsoletos conmutadores, y permite una migración a una red optimizada con nuevos servicios basados en pocos conmutadores de amplia capacidad y una red de acceso fiable.

3.3.4.4 Introducción de Multimedia y Telefonía IP.

La introducción de acceso de banda ancha en la red permite el desarrollo de un nuevo rango de servicios de datos y multimedia. El *Softswitch*, para direccionar los terminales de voz de próxima generación (teléfonos IP), necesita también protocolos de señalización usuario-red tal como H. 323 y SIP.

Un prerrequisito para el desarrollo de los servicios multimedia es la disponibilidad general de terminales apropiados. Las computadoras personales actuales son un buen punto de inicio, pero se espera la convergencia de computadoras, usuarios y tecnología de comunicaciones que dará como resultado un buen número de nuevos dispositivos multimedia. Estos nuevos terminales se comunican con el *Softswitch* a través de protocolos de señalización multimedia emergentes tal como el H.323 y SIP.

Entre las nuevas aplicaciones multimedia se tienen: llamadas/conferencias de media mixtos, flujos de datos en tiempo real, mensajería instantánea, servicios de presencia y ubicación, etc.

3.3.4.4.1 Aplicaciones Multimedia.

Alcatel ofrece el equipo *Multimedia Application Suite 8605 (MMAS)* que brinda un conjunto de aplicaciones que permiten a los proveedores de servicios generar nuevos servicios para los usuarios finales. Este equipo MMAS se basa en una Plataforma de Servicios Abiertos 8690 (*Open Services Platform* u OSP).

Alcatel 8605 Multimedia Application Suite (MMAS).

El Alcatel 8605 MMAS ofrece una función de “interrupción” del servicio para un rápido provisionamiento y control de servicios para todas las partes involucradas. Brinda capacidades de red genéricas basadas en estándares como un servidor de presencia y una capacidad de tasación en tiempo real que puede ser usada por las aplicaciones a través de la función de interrupción. Incluye un conjunto de aplicaciones conversacionales multimedia punto a punto y multipunto (voz, videos, mensajería, etc.) que los proveedores de servicio pueden introducir para expandir sus servicios tanto al mercado residencial como empresarial.

Una característica del 8605 MMAS, es la aplicación de llamada reforzada residencial que provee un interfaz web al usuario final para configuración de perfil (por ejemplo, como enrutar una llamada) y manejo de la llamada sobre la web (por ejemplo, para transferir una llamada). La aplicación de llamada reforzada corporativa, brinda características de un Centrex IP para pequeñas y medianas empresas.

La conferencia multimedia instantánea brinda una aplicación para configuración y manejo de conferencias con o sin reservación, con notificación a través de un *e-mail* o SMS (*Short Message System*), y soporta la colaboración de datos y video.

El Alcatel 8605 MMAS permite el uso de una combinación de protocolos de señalización SIP y http para una óptima experiencia hacia el usuario final. Además, permite la configuración de llamadas desde *hardphones*, *softphones* o directamente desde el interfaz web de los teléfonos multimedia de los usuarios.

Las llamadas pueden ser realizadas a través de las funciones clic, desde directorios o registro de llamadas. Los usuarios pueden usar el nombre para marcar, el número privado, un número corto (un dígito) y marcación URL¹.

Alcatel 8690 Open Services Platform (OSP).

El Alcatel 8690 OSP permite a los operadores generar ingresos adicionales ofreciendo nuevos servicios de valor añadido a los clientes. El ambiente de creación de servicios (*Service Creation Environment o SCE*) basado en componentes, soporta el desarrollo de una completa organización de aplicaciones y automáticamente produce las interfaces para el manejo y despliegue comercial.

El Alcatel 8690 OSP puede manejar nuevas aplicaciones, brindando a los abonados servicios tales como directorios, perfiles, transacción, *e-commerce* y *m-commerce*², y permite el interfaz a todos los tipos de redes. También permite la creación de servicios personalizada, un despliegue de servicios rápido y un manejo flexible de los servicios.

EL Alcatel 8690 OSP permite a los operadores de red dar a los clientes un control sobre los servicios a través del Internet; los usuarios tienen la habilidad de configurar sus servicios dentro de los límites definidos por el operador y pueden también generar valiosos reportes estadísticos. Esta capacidad de manejo por sí mismo ahorra al operador tiempo y dinero, y significa valor añadido para los usuarios.

¹ **URL:** Localizador de Recursos Uniforme (*Uniform Resource Locator*). Es un identificador único para la localización de recursos de Internet, tales como direcciones web, páginas, ficheros, etc. Una URL contiene tres partes: el protocolo para extraer la información (http, ftp, etc.), el nombre del ordenador que la sirve (servidor), y la ruta o camino hacia el documento.

² **m-commerce:** Comercio Móvil (*Mobile commerce*). El m-commerce posibilita no solo la difusión de información (anuncios, información administrativa,...), sino la realización de transacciones complejas, abarcando aplicaciones de negocio, telemática, soluciones financieras y un sin fin de servicios focalizados en el usuario final (entretenimiento, compras,...) a través de teléfonos móviles celulares.

Los clientes residenciales pueden también controlar sus servicios a través de Internet y teléfonos con el Protocolo de Aplicación Inalámbrica (*Wireless Application Protocol* o *WAP*). Por ejemplo, el cliente residencial puede suscribir servicios adicionales, recargar sus cuentas prepagadas y verificar las llamadas.

3.3.4.4.2 Telefonía IP.

La telefonía IP es la combinación de voz, datos y video dentro de una misma infraestructura integrada. La telefonía IP ofrece la fiabilidad, interoperabilidad y seguridad de una red de voz; así como también, la eficiencia, movilidad y manejabilidad de una única red.

Los mayores beneficios de la telefonía IP son que elimina las limitaciones de los sistemas propietarios y brinda una mejor productividad, escalabilidad, movilidad y adaptabilidad.

Alcatel ofrece algunos terminales IP y equipos empresariales que pueden brindar a los clientes aplicaciones IP en su red de negocios, aprovechando de esta manera los servicios que brinda una red IP sobre el usuario final; una muestra de estos productos se presenta a continuación:

OmniPCX.

El producto de Alcatel OmniPCX ofrece un amplio rango de funciones en un solo paquete de comunicaciones. Estas aplicaciones incluyen:

- Un avanzado Servidor de llamadas que mejora la comunicación que se brindan a los clientes de negocios.
- Movilidad DECT¹, que el cliente puede alcanzar donde quiera que se encuentre.

¹**DECT:** Telefonía digital inalámbrica mejorada (*Digital Enhanced Cordless Telephony*). DECT se considera WLL cuando un operador de red pública proporciona servicio sin hilos directamente al utilizar esta tecnología. La telefonía sin hilos tiene ventajas en términos de escalabilidad y funcionalidad.

- Funciones de *Voice Mail* y asistente personal, mientras maneja las llamadas cuando el usuario no está disponible para tomarlas.
- Pantalla *Pop-ups*, que despliega una tarjeta del contacto que muestra quién está llamando y así poder brindar un mejor servicio al cliente de negocios.
- Notificación de *e-mail* que alerta sobre mensajes salidos en el *voice mailbox*.
- Servicios de telefonía de alto nivel en ubicaciones remotas para compañías con múltiples sitios que están conectadas con enlaces IP.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la utilización en la red del producto OmniPCX de Alcatel ofreciendo terminales IP nativos ya con aplicaciones como VoIP.

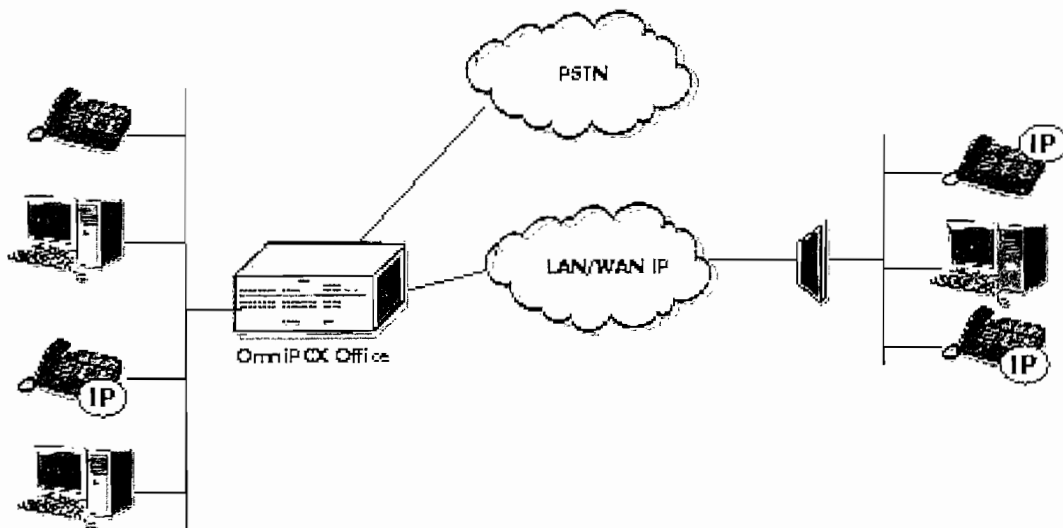


Figura 3.24 Telefonía IP y VoIP con el OmniPCX de Alcatel [39].

Teléfonos IP de Alcatel.

Los teléfonos IP *Touch* 4038/4068 de Alcatel tienen características completas de telefonía y conectividad IP integradas brindando el poder de la convergencia de voz y datos sobre IP. Además del diseño óptimo, estos terminales ofrecen alta resolución, pantalla ajustable a color o gris, banda ancha de audio, *ring tones* de calidad superior, la libertad y conectividad de la tecnología inalámbrica Bluetooth¹, más la capacidad para soportar cualquier aplicación de negocios basada en web y aplicaciones en tiempo real. También cuenta con botones con características programables, cuatro maneras para navegar, y un teclado alfabético integrado para funciones tales como mensajería de texto y marcación por nombre.

Estos teléfonos manejan comunicaciones *full duplex*. También cuenta con un puerto adicional para un *headset*, otro *speaker* o un sistema de teleconferencia. Por otro lado, estos teléfonos tienen una completa compatibilidad con el equipo OmniPCX de Alcatel.



Figura 3.25 Terminal IP de Alcatel [39]

¹ **Bluetooth:** Es una tecnología radio de corto alcance que permite la interconexión entre dispositivos de muy diversa índole. Funciona a 2.45GHz, una designación de espectro que también es utilizada para dispositivos industriales, científicos y médicos. El sistema es capaz de transmitir datos a 1 Mbps aunque los encabezamientos y la información de validación de transferencia consumen cerca del 20% de su capacidad.

3.3.5 PASO 4: MIGRACIÓN COMPLETA A NGN.

Como un paso final hacia la migración a una red completamente NGN, el equipamiento faltante de PSTN es transformado o reemplazado por componentes de red NGN. El objetivo de esta última transformación es capitalizar el existente CAPEX (por ejemplo, concentradores de acceso conectados a conmutadores locales) mientras se reduce fuertemente el OPEX (red sólo de paquetes para transporte y señalización). La red NGN completa se muestra en la siguiente figura.

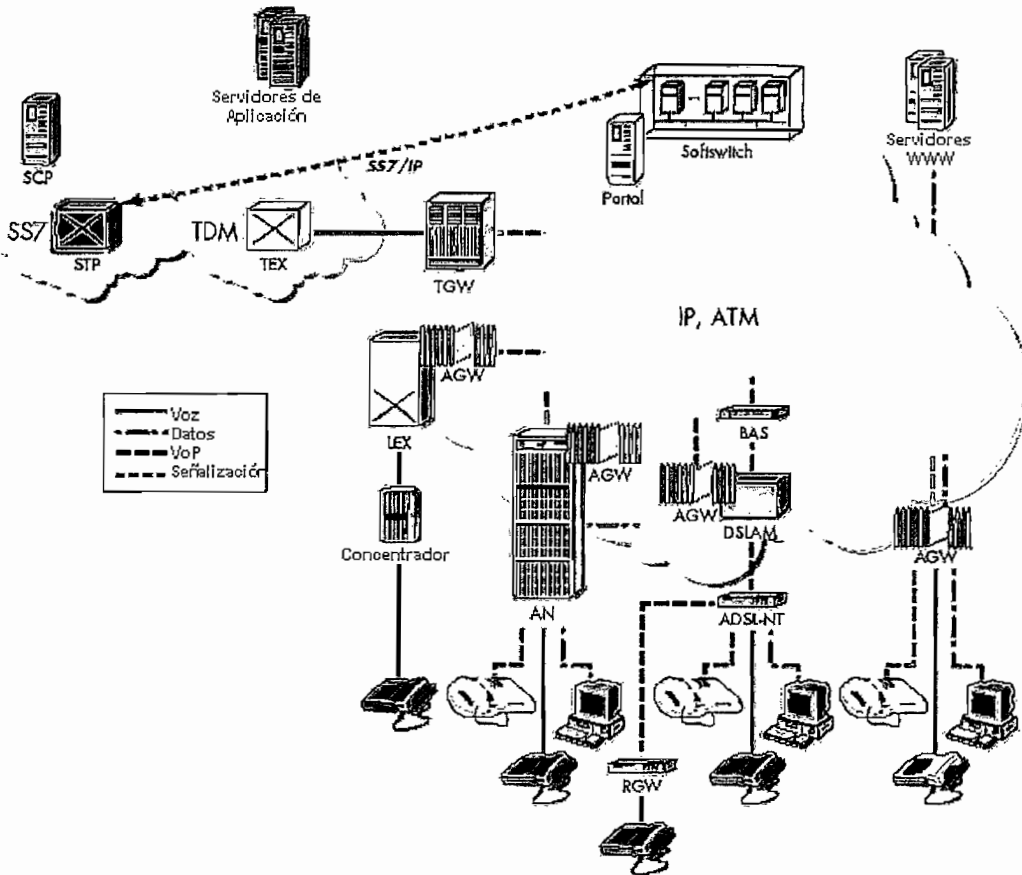


Figura 3.26 Esquema de una Red de Próxima Generación completa [37].

3.3.5.1 Reemplazo de equipos antiguos.

En su etapa final, los conmutadores TDM restantes y nodos de acceso son transformados o reemplazados por Pasarelas de Encaminamiento (TGW), Pasarelas de Acceso (AGW) y Pasarelas Residenciales como se realizó en los pasos anteriores. Para esto será necesario determinar los usuarios que podrían

requerir de los servicios de NGN con prontitud y así brindar ingresos a Andinatel; esto, debido a que en la misma ciudad de Quito existen usuarios (como por ejemplo en Guajaló) que sólo van a necesitar servicios de voz y sería un gasto innecesario para Andinatel comprar equipos que brinden servicios de voz, datos y video, y que posteriormente no utilicen los usuarios finales; por esto es de vital importancia la coexistencia de la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) y la Red de Próxima Generación (NGN).

3.3.5.2 Migración a toda la Señalización IP.

Mientras se mantiene las capas superiores intactas (SCCP, ISUP, TCAP, INAP), las capas inferiores de la red de señalización SS7 deben ser reemplazadas por un equivalente basado en paquetes, como se define en los grupos de trabajo IETF SIGTRAN.

En este caso, Alcatel brinda un producto para aquellas Pasarelas que no manejen este tipo de señalización en los niveles bajos de la red SS7; sin embargo, en los productos mencionados para el presente proyecto, sí se maneja este tipo de señalización por lo que no será necesaria la implementación del equipo denominado Pasarela de Señalización Remota (*Remote Signaling Gateway o RSG*). De todas formas, una breve descripción de este producto se da a continuación en el caso de que se utilice otro producto diferente a los mencionados en este proyecto.

Pasarela de Señalización Remota de Alcatel 5023.

Los operadores que evolucionen a una Red de Próxima Generación requieren de una estrategia de evolución que permita la coexistencia de NGN con las actuales redes SS7. Esto significa que la información de señalización debe ser pasada transparentemente entre el *Softswitch*, el equipo de control de llamadas de NGN, y la red existente SS7. Sin embargo, los diferentes acercamientos de señalización usados en una NGN y una red SS7 requieren de una Pasarela de Señalización que asegure el intercambio de esta señalización.



Figura 3.27 Vista del chasis de la Pasarela de Señalización Remota 5023 [39].

La Pasarela de Señalización Remota de Alcatel 5023 (RSG) con su protocolo SIGTRAN para la Capa de Adaptación de Usuario en nivel 2 MTP (*MTP Level 2 User Adaptation Layer* o *M2UA*) cumple esta función de Pasarela de Señalización autónoma en una NGN.

No se requiere de una conectividad entre la red SS7 y el Softswitch a través de líneas E1 o T1. Con el equipo RSG 5023, la información de señalización para y desde la red SS7 puede ahora ser pasada a través de la misma red de transporte basada en IP que se utiliza en la red NGN. Esto se puede observar en la siguiente figura:

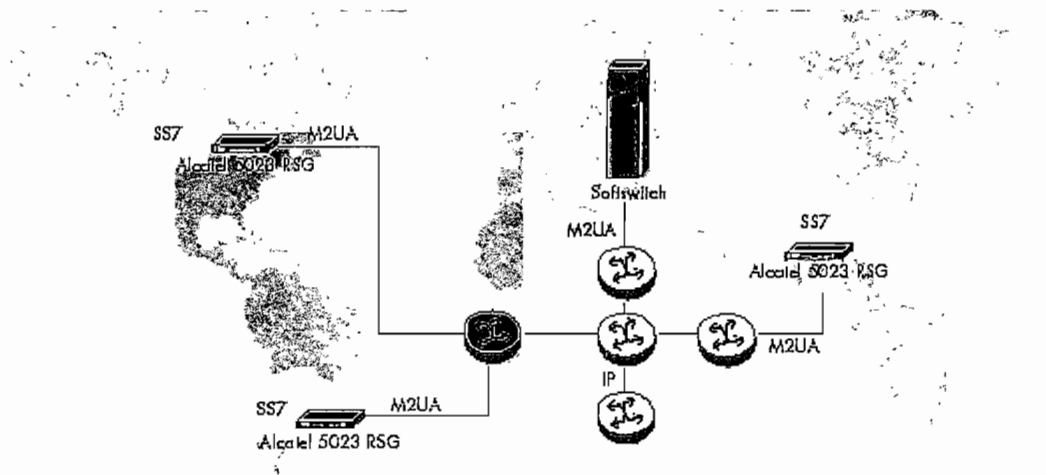


Figura 3.28 Esquema del modo de empleo de RSG 5023 de Alcatel [39].

Dentro de las características de este equipo, se tiene que soporta los enlaces de la red SS7 (enlaces A, B, C, D, E, y F), manejando 16 enlaces por pasarela.

3.4 ANÁLISIS DEL MERCADO.

Para entender el mercado de las telecomunicaciones en el Ecuador, es de gran ayuda las estadísticas que brinda el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), las mismas que se presentan en las siguientes figuras:

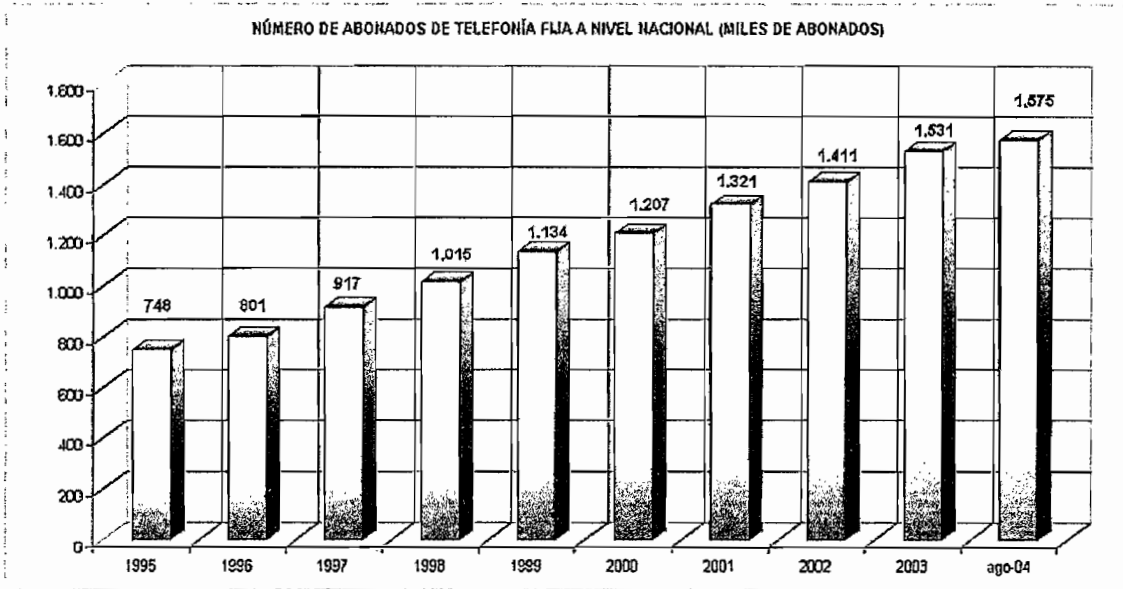


Figura 3.29 Número de Abonados de Telefonía fija en el Ecuador [42].



Figura 3.30 Densidad de telefonía fija en el Ecuador [42].

Las figuras 3.29 y 3.30 indican un crecimiento casi lineal en el número de abonados de telefonía fija y en la densidad telefónica¹ en los últimos 10 años. Sin embargo, se puede notar que en lo que va del año 2004 (Enero – Agosto), ha existido un incremento de apenas 44 000 abonados, y una densidad telefónica con un crecimiento de 0.23 abonados por cada 100 habitantes. Lo que indica un ligero descenso en la penetración de este tipo de telefonía en el país. Si el incremento de abonados para lo que resta del año se da de acuerdo a los niveles estadísticos de los años anteriores, se podría decir, que existiría un incremento normal anual para el 2004.

Esta información indica que la telefonía fija en el Ecuador, se encuentra casi en un nivel anual constante de crecimiento, sin mayores perspectivas de crecimiento para los próximos años si conserva el mismo tipo de servicios que brinda en la actualidad.

A continuación se presentan estadísticas de los mercados de telefonía celular e Internet en el Ecuador:

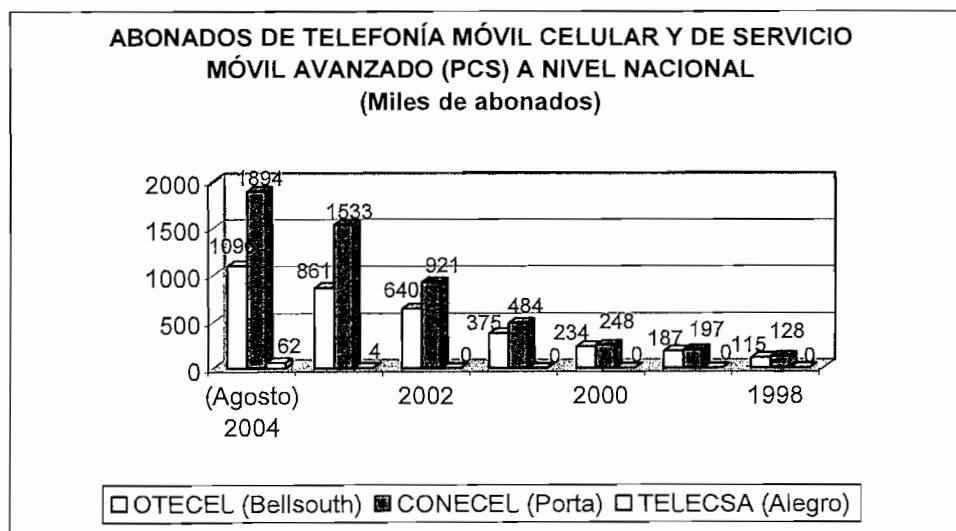


Figura 3.31 Abonados de Telefonía Celular en el Ecuador [36].

¹ Para mayor información revisar el Anexo A.

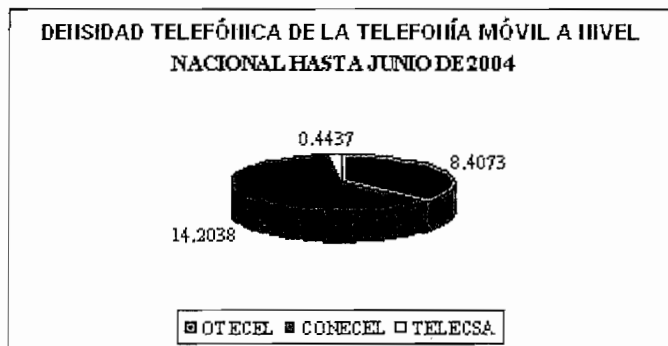


Figura 3.32 Densidad de telefonía celular en el Ecuador [42].

En las figuras 3.31 y 3.32 se muestran las estadísticas de la telefonía celular en el Ecuador, pudiendo notarse que el incremento de los usuarios en apenas 6 años (1998 – 2004) ha sido de 1230%, lo cual indica el alto grado de penetración que ha tenido este tipo de telefonía en el país.

Este factor ha influido enormemente en la penetración de la telefonía fija, cuya diferencia queda evidentemente demostrada en la densidad telefónica; mientras la telefonía fija para el año 2004 tiene una densidad de apenas 12.46 abonados por cada 100 habitantes, la telefonía celular tiene una densidad telefónica de 23.06 usuarios por cada 100 habitantes para el mismo año, lo cual demuestra la importancia de tomar la decisión de brindar nuevos y mejores servicios por parte de Andinatel a través de la migración a Redes de Próxima Generación, debido a que el usuario está optando por adquirir telefonía móvil dejando a un lado la telefonía fija.

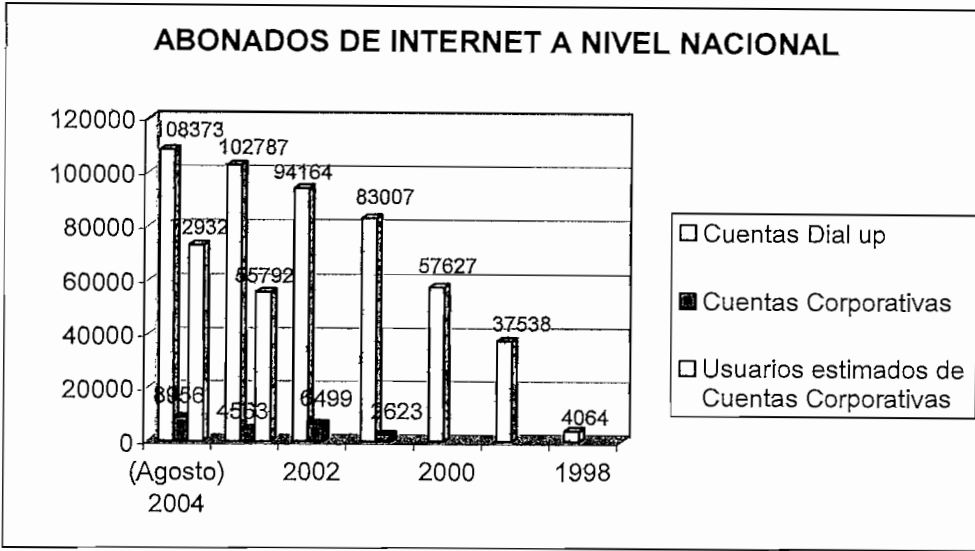


Figura 3.33 Abonados de Internet en el Ecuador [36].

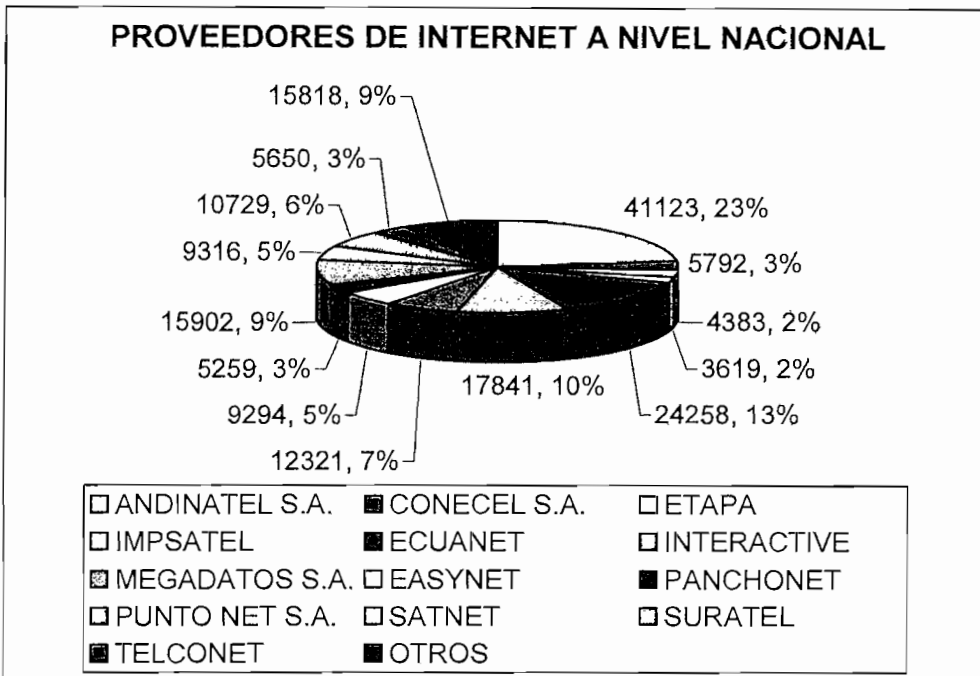


Figura 3.34 Proveedores de Internet y número de usuarios en el Ecuador [36].

El Internet es otro de los servicios que ha tenido un gran incremento en los últimos años. Las figuras 3.33 y 3.34 demuestran el grado de penetración de este servicio, donde se puede apreciar que Andinatel es el principal proveedor (23%) dentro del número total de usuarios de Internet. Debido a este factor, las tecnologías xDSL deben ser incluidas dentro de los servicios a ser ofrecidos por la red NGN.

Andinatel ya se encuentra brindando las tecnologías ADSL y G.SHDSL¹ en la ciudad de Quito como se puede observar en la siguiente figura, donde se presenta el área de cobertura de estas tecnologías.



Figura 3.35 Cobertura ADSL y G.SHDSL en la ciudad de Quito [43].

Otros servicios representativos en el país son los de televisión por suscripción, y que podría brindarse a través de una red NGN. En la siguiente figura se muestra la situación actual de este servicio en el Ecuador.

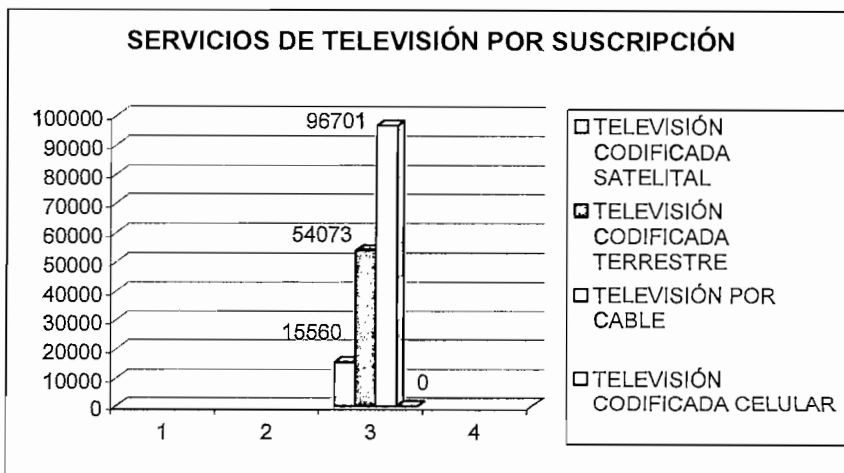


Figura 3.36 Servicios de Televisión en el Ecuador [36].

¹ **G.SHDSL:** G.SHDSL ó DSL simétrico permite la conexión de hasta 2 Mbps de entrada y salida en forma simétrica, donde el cliente puede tener transmisión de datos sobre nodos ATM a cualquier sitio, desde Internet hasta conexiones entre agencias o locales comerciales.

ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD DEL SERVICIO DE TELEVISIÓN POR SUSCRIPCIÓN	
Población Total del Ecuador (último Censo Nacional del 2001): (1)	12.156.608
Nº promedio de miembros por hogar: (1)	4,2
Nº de Usuarios estimados del servicio de Televisión Por Suscripción	698.603
Densidad estimada de la Televisión Por Suscripción en el Ecuador (Penetración del servicio)	5,7%
⁽¹⁾ Fuente INEC (www.inec.gov.ec)	

Tabla 3.3 Densidad del Servicio de Televisión en el Ecuador [36].

TELEVISIÓN CODIFICADA TERRESTRE			
<i>ESTACIÓN</i>	<i>CONCESIONARIO</i>	<i>AREA DE SERVICIO</i>	<i>Nº Suscriptores</i>
CABLEVISION S.A.	CABLEVISION S.A.	QUITO Y ZONAS ALEDAÑAS	9276
TELESAT S.A.	TELESAT S.A.	QUITO Y ZONAS ALEDAÑAS	9276
TV MAX S.A.	TV MAX S.A.	QUITO Y ZONAS ALEDAÑAS	6857
UNIVISA	UNIVISA S.A.	QUITO	4830
TOTAL DE SUSCRIPTORES			30239
TELEVISIÓN POR CABLE			
<i>ESTACIÓN</i>	<i>CONCESIONARIO</i>	<i>AREA DE SERVICIO</i>	<i>Nº Suscriptores</i>
CABLE TELEVISION-QUITO CATEL	CABLE Y TELEVISION CATEL S.A.	QUITO (SECTOR SOLANDA)	ND
CABLEUNION	CABLEUNION S.A.	QUITO, TUMBACO, LOS CHILLOS	0
SISTEMA "TV CABLE"	TEVECABLE S.A. (CABLE)	QUITO, LOS CHILLOS, TUMBACO	27518
TOTAL DE SUSCRIPTORES			27518
ND: No Disponible			

Tabla 3.4 Suscriptores de servicio de Televisión Codificada Terrestre y por Cable en Quito y zonas aledañas [36].

Como se puede observar en la figura 3.36 y en la tabla 3.3, el número de suscriptores de Televisión Codificada y Televisión por Cable, así como la densidad de estos servicios, son bajos en el Ecuador. Esto se debe a que este tipo de servicio se considera no como necesario sino como un servicio de entretenimiento, y por esto, de acceso sólo a usuarios de recursos económicos.

En la Tabla 3.4 se muestra los concesionarios y el número de suscriptores del servicio de Televisión Codificada Terrestre y Televisión por Cable en la ciudad

de Quito y zonas aledañas (valles). El número total de usuarios para este sector, representa el 34.72% del número total de usuarios estimados a nivel nacional para este servicio; lo cual indica el alto interés y poder adquisitivo de estos usuarios para este tipo de Televisión. Esta cifra es muy importante conocer debido a que con la red NGN, uno de los servicios que podría implementar Andinatel en su red es precisamente, Televisión por Cable utilizando las líneas ADSL.

3.5 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.

NGN permitirá el ingreso de nuevos servicios que pueden ser brindados a través de una red telefónica debido a su capacidad de cursar tráfico de voz y de datos en una misma red. Por este motivo, es importante conocer los consumidores potenciales que podrían requerir de estos nuevos servicios y determinar la posibilidad de obtener un alto nivel de competencia para entrar en este mercado.

A continuación se muestra una proyección de la demanda¹ de los principales servicios de telecomunicaciones que los usuarios, a nivel nacional, podrían consumir ya sea en los sectores residenciales o comerciales. Cabe mencionar que esta proyección se ha realizado en función de estadísticas tomadas de la Superintendencia de Compañías sobre las principales empresas que brindan servicios de Transmisión de Datos, Internet, correo Electrónico, voz sobre IP, Videoconferencia y Televisión Codificada.

¹ Referencia tomada de la tesis “Estudio de factibilidad de una red de Área Metropolitana basada en tecnología Gigabit Ethernet como infraestructura para ofrecer los servicios de *carrier* en el Distrito Metropolitano de Quito” realizada por Ing. Diana Gualotuña e Ing. Sofía Riffo.

AÑO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total Empresas	468	481	501	521	541	561	582	602	622	643	674	699
Tx de datos	9863	20585	42961	89659	187118	390515	815003	1700911	3549799	7408424	15641370	32267807
Internet	132477	157433	182377	207309	232228	257134	282028	306910	331780	356637	381481	400556
E-mail	125853	149562	173258	196943	220616	244277	267927	291565	315191	338805	362407	385116
Videoconferencia	14	30	63	131	274	572	1194	2491	5197	10844	22626	47209
Multimedia	5	10	21	44	91	191	398	830	1732	3615	7542	15735
Video bajo demanda	1200	1367	1533	1699	1865	2031	2197	2363	2529	2695	2860	3024
Voz IP	482	1006	2099	4380	9139	19069	39789	83022	173229	361451	754184	1573648
Televisión por Cable	120036	136674	153303	169924	186537	203141	219737	236325	252905	269476	286039	302189

Tabla 3.5 Proyección de la Demanda para los Servicios de Telecomunicaciones hasta el año 2014

3.6 ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE ABONADOS PARA LAS REDES PSTN Y NGN.

Para realizar este análisis, es de vital importancia entender que con el presente proyecto, Andinatel seguirá contando con una Red de Telefonía Pública Conmutada, y además, un determinado número de usuarios que serán migrados hacia la Red de Próxima Generación, el mismo que posteriormente se irá incrementando dependiendo de la demanda de los usuarios hacia los nuevos servicios de la red NGN.

En primer lugar se realizará un análisis de la población para la ciudad de Quito, con una proyección del número de habitantes para los próximos 10 años; posteriormente, se indicará un análisis de la demanda telefónica con una proyección para el mismo período de tiempo, determinando con estos parámetros la capacidad de líneas que será necesaria para cubrir la demanda. También se realizará un análisis de los usuarios a migrar hacia la red NGN, de acuerdo a los datos de las secciones 3.4, 3.5 y los datos obtenidos de las proyecciones de la capacidad de líneas telefónicas.

3.6.1 ANÁLISIS POBLACIONAL.

Para el análisis poblacional de la ciudad de Quito, se realizará la proyección con el método de los mínimos cuadrados¹ para realizar una regresión con los datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) que toma en cuenta un crecimiento uniforme con una tendencia lineal.

La regresión lineal considera una ecuación de la forma:

$$y = ax + b \qquad \text{Ecuación 3.1}$$

¹ Método tomado del proyecto de titulación “Estudio y diseño de las redes ópticas WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) y su aplicación en redes de acceso” realizado por Ing. David Mera e Ing. Byron Pabón.

Para este caso “x” representa la variación de años; es decir, en pasos de uno y “y” representa la variación de la población. Los valores de “a” y “b” se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$a = \frac{n \sum_{i=0}^n xy - \sum_{i=0}^n x \sum_{i=0}^n y}{n \sum_{i=0}^n x^2 - \left(\sum_{i=0}^n x \right)^2} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=0}^n y \sum_{i=0}^n x^2 - \sum_{i=0}^n x \sum_{i=0}^n xy}{n \sum_{i=0}^n x^2 - \left(\sum_{i=0}^n x \right)^2} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

Donde “n” representa el número de datos considerados. Con esto se obtiene:

$$a = 44357.58 \text{ y;}$$

$$b = -86724881$$

Entonces la ecuación será:

$$y = 44357.58x - 86724881 \quad \text{Ecuación 3.4}$$

Utilizando esta ecuación se obtiene la proyección de la población para la ciudad de Quito para los próximos 10 años (2005 – 2014). Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

AÑOS	POBLACIÓN
2005	2 212 067
2006	2 256 424
2007	2 300 782
2008	2 345 140
2009	2 389 497
2010	2 433 854
2011	2 478 212
2012	2 522 569
2013	2 566 928
2014	2 611 285

Tabla 3.6 Proyección de la población de Quito.

3.6.2 PROYECCIÓN DE LA DENSIDAD TELEFÓNICA.

Para realizar la proyección de la densidad telefónica para Quito, se utilizará un método de predicción¹, el mismo que parte de datos históricos para poder obtener datos futuros aproximados a la densidad telefónica requerida para los próximos 10 años.

Los datos de la densidad telefónica precedentes para este estudio se presentan a continuación:

AÑOS	1997	1998	1999	2000	2001
DENSIDAD	15.34	16.20	17.27	18.92	20.90

Tabla 3.7 Datos históricos de la densidad telefónica de la ciudad de Quito².

La ecuación para determinar las proyecciones de la densidad telefónica se basa en un modelo matemático denominado “Curva Logística de Crecimiento”, que se emplea para predicciones de tráfico telefónico.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$\partial T(t) = FT + \frac{(MT - FT)}{1 + a e^{b(t-t_0)}} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

^{1, 2} Método tomado del proyecto de titulación “Estudio y diseño de las redes ópticas WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) y su aplicación en redes de acceso” realizado por Ing. David Mera e Ing. Byron Pabón.

Donde:

$\delta T(t)$ = densidad telefónica en el año t

FT = cota mínima en la etapa primaria

MT = cota máxima de la curva

t_0 = tiempo inicial del período de la previsión

a = coeficiente a evaluarse

b = coeficiente a evaluarse

Los valores de “a” y “b” se calculan a través de los valores históricos de la densidad telefónica. El valor FT toma como punto inicial el valor cero; y, de acuerdo al manual técnico GAS-10 de la UIT para la curva Logística cuando $t \rightarrow \infty$ debe tener una asíntota en 45, es decir, el grado máximo de introducción del servicio será 45%. Con estos datos se obtiene la siguiente ecuación:

$$\delta T(t) = \frac{45}{1 + 1.37843 e^{-0.17848(t-t_0)}} \quad \text{Ecuación 3.6}$$

Con la aplicación de la ecuación 3.6, se obtienen los siguientes datos de proyección de la densidad telefónica para la ciudad de Quito.

AÑO	DENSIDAD TELEFÓNICA (Abonados/ 100 habitantes)
2005	28.76
2006	30.56
2007	32.25
2008	33.82
2009	35.25
2010	36.55
2011	37.70
2012	38.73
2013	39.63
2014	40.42

Tabla 3.8 Proyección de la densidad telefónica para la ciudad de Quito.

3.6.3 ANÁLISIS DE ABONADOS PARA LA RED NGN.

Para la ciudad de Quito se determinará el número total de usuarios a migrar hacia la red NGN tomando en cuenta los abonados de las centrales de Carcelén, Cotacollao, El Pintado, Guajaló, Iñaquito, La Luz, Mariscal Sucre, Monjas, Quito Centro y Villaflora que cuentan con los clientes potencialmente interesados en adquirir servicios NGN (cuentan con usuarios RDSI, Nodos de Acceso, Internet); y que de acuerdo a las Tablas 1.4 a 1.6 tienen el 92.18% (508 054 abonados) de la capacidad total de líneas para la ciudad.

Considerando lo enunciado en la sección 2.4, que menciona que de acuerdo a estudios de mercado, entre un 10% y 30 % de los usuarios actuales podrían ser servidos por NGN en los próximos 5 años, y de acuerdo a los análisis de mercado y demanda realizados en este capítulo (sección 3.4 y 3.5 respectivamente), se puede considerar lo siguiente:

- a) Actualmente existen 181 305 usuarios estimados del servicio Internet en el país (figura 3.33), de los cuales 41 123 usuarios pertenecen a Andinatel (figura 3.34). Para finales del 2004 se esperan tener 582 247 abonados de telefonía fija en la ciudad de Quito con una densidad de suscriptores de Internet del 10.79%¹ lo que implica 62 825 usuarios de Internet independientemente del proveedor del servicio al que se encuentre conectado. De este número de suscriptores, considerando que Andinatel tiene el 23% del mercado como proveedor de servicio Internet, se podría decir que contaría con 14 450 suscriptores. De acuerdo a la Tabla 3.5, este tipo de servicio es el más utilizado por los usuarios.

¹ Para mayor información revisar la sección 3.6.5

- b) Considerando los servicios analizados de e-mail, videoconferencia, multimedia, video bajo demanda, voz IP y televisión por cable (Tabla 3.5), se puede deducir que inicialmente, la principal aplicación a ser ofrecida por Andinatel sería Internet, y esta aplicación se mejoraría a través de la tecnología xDSL.
- c) Tomando en cuenta las proyecciones de la demanda para los servicios mencionados para el año 2 009 (Tabla 3.5) y realizando los mismos cálculos del literal a), se tendrían 153 635 abonados al servicio Internet en la ciudad de Quito, de los cuales 35 336 pertenecerían a Andinatel si se mantiene la tendencia del porcentaje de suscriptores (23%). Es importante conocer que esta proyección de abonados a Internet (35 336 abonados) representa el 4.2% de los abonados de telefonía fija esperados para este año (842 298 abonados). Además, cabe resaltar que los servicios de transmisión de datos, videoconferencia, multimedia, video bajo demanda, voz IP y televisión por cable tienen un incremento significativo en el mercado, por lo cual, Andinatel puede incursionar como nuevo proveedor en estos servicios a través de la red NGN (Andinatel ya cuenta actualmente con servicios de transmisión de datos).

Con esta información, y con la proyección a nivel mundial de usuarios que podrían migrar a NGN mencionada anteriormente, se puede diseñar una migración inicial del 5% de los abonados de telefonía fija totales proyectados para el 2009 considerando que utilizarían los servicios mencionados en este literal. Este porcentaje será restado de la capacidad proyectada en las centrales al inicio de esta sección (sección 3.6.5) al realizar los cálculos de la proyección de abonados por central realizada en la sección 3.6.4.

- d) Para el año 2014, tomando en cuenta las mismas consideraciones de los literales anteriores, se estimaría que Andinatel cuente con 70 813 suscriptores para el servicio de Internet, que representaría el 6.7% de los abonados de telefonía fija esperados para ese año (1 055 481 abonados).

Considerando la proyección realizada en la Tabla 3.5, se puede asumir que en el porcentaje mencionado (6.7%) se incluiría los servicios de e-mail, videoconferencia, multimedia, video bajo demanda y televisión por cable, puesto que no sobrepasan a la demanda de usuarios estimados para el servicio Internet, considerando a éstos como posibles suscriptores de Andinatel y recordando que a través de la red NGN se puede dar este tipo de servicios.

El servicio de Voz IP, se puede considerar como un servicio nuevo en el país pero que tiene una gran proyección como lo demuestra el análisis realizado en la tabla 3.5, estimando un total de 1 573 648 suscriptores para el año 2 014 a nivel nacional. Andinatel cubre el 53.3%^[36] de los abonados de telefonía fija actual en el país, y al no existir otro referente para el nuevo servicio de Voz IP se puede asumir que la región cubierta por Andinatel tendría aproximadamente el 53.3% de los suscriptores a Voz IP para el año 2014, es decir, 838 754 usuarios. Quito actualmente tiene el 60.19%^[36] de los abonados totales de la región que cubre Andinatel, por lo que considerando ese mismo porcentaje que podría existir de suscriptores para Voz IP en el año 2014 en la ciudad de Quito, daría un total de 504 846 usuarios.

La expectativa presentada en el presente proyecto es poder captar de inicio un 15% de los posibles usuarios al servicio de Voz IP en la ciudad de Quito, que serían 75 726 usuarios. Esta proyección de suscriptores para Andinatel también estaría dentro rango del porcentaje calculado anteriormente (6.7%). Tomando como premisa, que no necesariamente todos los abonados van a requerir el mismo tipo de servicio, se puede asumir un dimensionamiento con un 10% de abonados migrados a la red NGN en las centrales mencionadas al inicio de esta sección para el año 2014.

3.6.4 PROYECCIÓN DEL NÚMERO DE ABONADOS.

Con los datos de la proyección de habitantes para la ciudad de Quito (Tabla 3.6) y la proyección de la densidad telefónica, se puede determinar el

número de abonados para la ciudad de Quito para los próximos 10 años. Debido a que la matriz de tráfico será proyectada cada 5 años, se realizará el cálculo de abonados para los años de interés (2009 y 2014).

AÑO	2 009	2 014
No.de Abonados	842 298	1 055 481

Tabla 3.9 Proyección del número de abonados para la ciudad de Quito.

Con la densidad telefónica y el número de abonados totales para la ciudad de Quito calculados, es necesario realizar un estudio del número de abonados por central. Utilizando los datos de las Tablas 1.4 a 1.6, se calculará el porcentaje de abonados para cada central respecto del total de la ciudad; se asumirá que el crecimiento de la densidad telefónica para cada central tiene características similares al de la ciudad; por lo que los resultados se obtienen en la Tabla 3.10.

Debido a que las Centrales Tándem Quito 1, Tándem Quito 2 y Tránsito Internacional, no se encuentran en la matriz de tráfico (Tabla 1.8), es necesario efectuar el mismo análisis que se ha realizado para el resto de centrales; tomando en cuenta que estas centrales no poseen abonados, se ha optado por relacionarlas con centrales de características de tráfico similares y de esta manera asignarle un número de abonados hipotético. Tras observar el tráfico que cada central cursa, se ha concluido que las centrales que más se aproximan son las de La Luz 1, Ñaquito 4 y Mariscal Sucre 5 respectivamente, por lo que se utilizarán éstas para el proceso descrito anteriormente.

<i>CENTRALES</i>	<i>ABONADOS 2009</i>	<i>ABONADOS 2014</i>
Calderón	16930	21215
Carapungo	14235	17838
Carcelén 1	13923	16529
Carcelén 3	36168	42937
Cotocollao2	45850	54431
Cumbayá	11034	13827
El Condado	21057	26387
El Pintado1	15844	18809
El Pintado3	42410	50346
Guajaló 1	49131	58326
Guajaló 2	4081	4845
Guamaní 1	21647	27126

Guamaní 2	2864	3589
Iñaquito 1	35688	42367
Iñaquito 3	26406	31348
Iñaquito 4	73617	87394
La Luz 1	13203	15674
La Luz 3	33288	39517
Mariscal Sucre 1	79538	94423
Mariscal Sucre 5	26406	31348
Mariscal Sucre 6	14723	17479
Monjas 1	7282	8644
Monjas 2	16564	19664
Puambo	5728	7177
Quito Centro 1	31927	37902
Quito Centro 4	33608	39897
San Rafael	14572	18260
Sangolquí	16509	20687
Tumbaco	12129	15199
Villaflora3	70976	84259
TDQ1	13203	15674
TDQ2	93525	111028
TIN	30459	36160
PBX, ISP, RDSI, ANDINANET, CVOZ, REDI, EI	49842	111028
PBX, ISP, RDSI, ANDINANET, CVOZ, REDI, EI	48522	36160

Tabla 3.10 Proyección de abonados por central para la red PSTN en la ciudad de Quito.

<i>CENTRALES</i>	<i>ABONADOS 2009</i>	<i>ABONADOS 2014</i>
Carcelén	2637	6608
Cotacollao	2413	6048
El Pintado	3066	7684
Guajaló	2801	7019
Iñaquito	7143	17900
La Luz	2447	6133
Mariscal Sucre	6351	15916
Monjas	1255	3145
Quito Centro	3449	8644
Villaflora	3736	9362

Tabla 3.11 Proyección de abonados por central para la red NGN en la ciudad de Quito.

Con estos datos obtenidos, se puede determinar la matriz de tráfico para los años 2009 (Tabla 3.13) y 2014 (Tabla 3.14), empleando la matriz de tráfico del año 2004.

3.6.5 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO INTERNET.

Es necesario realizar un incremento en la matriz de tráfico, debido a que el tráfico generado por el uso de Internet mantiene un crecimiento significativo. Para esto se utilizará el mismo método empleado para la densidad del tráfico telefónico¹, considerando que utilizarán conexiones dial-up. En este caso, se considerará que la asíntota llegaría a ser el número total de abonados telefónicos, puesto que no puede haber más suscriptores que éstos. Entonces la asíntota utilizada será de 100^2 , representando el 100% de abonados telefónicos.

Tomando datos de densidades de abonados Internet de años anteriores se llega a la siguiente ecuación³:

$$\partial T(t) = \frac{100}{1 + 13.5e^{-0.12253(t-t_0)}} \quad \text{Ecuación 3.7}$$

Con esta ecuación, se puede calcular los porcentajes de incremento para los próximos 10 años, los mismos que se muestran en la siguiente tabla:

AÑO	% INCREMENTO
2004	10.69
2005	12.03
2006	13.38
2007	14.87
2008	16.49
2009	18.24
2010	20.14
2011	22.19
2012	24.37
2013	26.70
2014	29.17

Tabla 3.12 Porcentaje de incremento en la matriz de tráfico por el uso de Internet.

^{1, 2, 3} Método y datos tomados del proyecto de titulación “Estudio y diseño de las redes ópticas WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) y su aplicación en redes de acceso” realizado por Ing. David Mera e Ing. Byron Pabón.

Con estos datos se calculará la matriz de tráfico definitiva para los años 2009 (Tabla 3.15) y 2014 (Tabla 3.16).

3.6.6 PROYECCIÓN DE LA MATRIZ DE TRÁFICO.

El método aplicado para la proyección de la matriz de tráfico es el de Rapp¹, que realiza una proyección directa, el cual proyecta los datos de la matriz basándose en la información de tráfico, el número de abonados actuales y el número de abonados de cada central para el año de proyección.

Este método considera únicamente el tráfico de pares de centrales independientes en la predicción, lo que permite detectar fallos en las estimaciones y comparar resultados para tener una idea de la correcta obtención de los resultados.

Se consideran los siguientes parámetros:

$N_i^{(0)}$ = abonados iniciales de cada central.

$[A^{(0)}]$ = matriz de tráfico inicial.

$N_i^{(t)}$ = abonados de cada central al tiempo t.

$[A^{(t)}]$ = matriz de tráfico al tiempo t.

Cada una de las filas de la matriz proyectada, se determina de la siguiente forma:

$$A_i^{(t)} = A_i^{(0)} [N_i^{(t)} / N_i^{(0)}] \alpha \quad \text{Ecuación 3.8}$$

¹ Método tomado del proyecto de titulación “Estudio y diseño de las redes ópticas WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) y su aplicación en redes de acceso” realizado por Ing. David Mera e Ing. Byron Pabón.

Donde α representa una constante que depende del tipo de tráfico que se curse, se considera un tráfico por línea constante, es decir que el comportamiento del tráfico generado por cada abonado será el mismo en los años proyectados, con lo que el coeficiente toma el valor de $\alpha = 1$.

Las denominadas fórmulas de Rapp se utilizan para calcular cada uno de los elementos de la matriz. Con la aplicación de la segunda fórmula de Rapp se determina el coeficiente "W", relacionado con el número de abonados futuros de cada central, de la siguiente forma:

$$W_i = [N_i^{(t)}]^2 \quad y;$$

$$W_j = [N_j^{(t)}]^2$$

El coeficiente "G", representa la tasa de crecimiento de abonados, y se calcula a partir de las expresiones:

$$G_i = [N_i^{(t)} / N_i^{(0)}]^2 \quad y ;$$

$$G_j = [N_j^{(t)} / N_j^{(0)}]^2$$

Los subíndices i, j representan a la central origen y la central destino, por tratarse de un cálculo punto a punto (central con central).

Con estos coeficientes se calcula la matriz futura a través de la ecuación:

$$A_{ij}^{(t)} = A_{ij}^{(0)} \left[\frac{W_i G_j + W_j G_i}{W_i + W_j} \right] \quad \text{Ecuación 3.9}$$

Considerando la matriz de tráfico para la ciudad de Quito en el año 2004 (Tabla 1.8), se obtienen los datos de la matriz para los años 2009 (Tabla 3.13) y 2014 (Tabla 3.14).

	CALD	CARP	CCL1	CCL3	COT2	CMB2	ECD1	GJL1	GMN1	IÑQ1	IÑQ3	IÑQ4	LLZ1	LLZ3	MNJ1	MSC1	MNJ2	MSC5	MSC8	PTD1	PTD3	PMBO	QCNI	QCNI	SGLQ	SRF2	TDQ1	TDQ2	TIN	TMBC	VFL3	ANDINANET PFX: ISP, RDSI	ANDINANET PFX: ISP, RDSI	ANDINANET PFX: ISP, RDSI	ANDINANET PFX: ISP, RDSI		
CALD					386							431				386								212				730									
CARP					86							559				172								298				557									
CCL1				79	198		40				122	278	40			238		79	79					238			79	317									
CCL3			79		573		43					655				448								317				363						162			
COT2	386	86	198	573			597			164	277	1227	238	778		612		277						436			40	1222					79	194			
CMB2												603																685		216							
ECD1			40	43	597							386				256		42						166			42	338									
GJL1									124		79	327				368		119		159	696			634			79	650				409			119		
GMN1								124								83								331				165				83					
IÑQ1					164						277	1348				731		277						316				969							158		
IÑQ3			122		277		79		277		791	119				634		357	244					436				752							79		
IÑQ4	431	559	278	655	1227	603	386	327		1348	791		277	654		1757	164	513	436	79	367		408	590			158	1426	405	258	408	2142	3779				
LLZ1			40		238						119	277		119		277		79	39					277				238								39	
LLZ3					778							654	119			366								237				363						79		325	
MNJ1																49	79							318			40	119									
MSC1	386	172	238	448	612		256	368	83	731	634	1757	277	366	49		161	751	633	79	283		406	553	257		158	1673	244		488	1094	2053				
MNJ2												164			79	161								277				239									
MSC5			79		277		42	119		277	357	513	79			751			277				158	750			79	950					119		79		
MSC8			79								244	436	39			633		277						532				606									
PTD1								159				79				79								279			79	119							118		
PTD3								696				367				283								317				281						326			
PMBO																								513				384									
QCNI												408				406		158						634				682				162	523	65			
QCNI	212	298	238	317	436		166	634	331	316	436	590	277	237	318	553	277	750	532	279	317	513	634		169		474	667	316	126	711	315					
SGLQ																257								169		215		622						125			
SRF2																									215			1115									
TDQ1			79		40		42	79				158			40	158		79		79				474				158	158		158						
TDQ2	730	557	317	363	1222	685	338	650	165	989	752	1426	238	363	119	1673	239	950	606	119	281	384	682	667	622	1115	158		4527	241	728	3383	750				
TIN												405				244								316			158	4527									
TMBC						216						258												126				241									
VFL3								409	83			408				488		119		118	326		162	711			158	728						74	118		
TOT.CIR.FUN	2145	1672	1787	2478	7111	1504	1910	3644	786	4082	4088	14505	1703	2517	605	12063	920	4827	2846	1070	2428	897	2450	11124	1263	1330	1702	21886	5650	841	3710	7976	7758				

Tabla 3.13 Matriz de Tráfico proyectada de las centrales telefónicas de Andinatel en Quito Año 2009.

	CALD	CARP	CCL1	CCL3	COT2	CMB2	ECD1	GJL1	GMN1	IÑQ1	IÑQ3	IÑQ4	LLZ1	LLZ3	MNJ1	MSC1	MNJ2	MSC5	MSC8	PTD1	PTD3	PMBO	QCN1	QCN4	SGLQ	SRF2	TDQ1	TDQ2	TIN	TMBC	VFL3	CVQZ, REOI, EI ANDINANET PBX, ISP, ROSI	CVQZ, REOI, EI ANDINANET PBX, ISP, ROSI	CVQZ, REOI, EI ANDINANET PBX, ISP, ROSI				
CALD					480							511				483								263				913										
CARP					107							699				215								370				697										
CCL1				94	235		49					144	330	46		283		94	94					283		94	377											
CCL3			94		680		53					777				531								377				431						193				
COT2	480	107	235	680			740			194	329	1457	282	923		727		329						518		47	1451						94	230				
CMB2												726																858		270								
ECD1			49	53	740							481				320		52						208		52	422											
GJL1									154		94	388				435		141		188	824			751		94	772			485				141				
GMN1								154								103								410			205			103								
IÑQ1					194						329	1600				872		329						376			1158								188			
IÑQ3			144		329		94		329		940	141				758		423	288					515			893								94			
IÑQ4	511	699	330	777	1457	726	481	388		1600	940		329	774		2087	194	609	516	94	437		486	703		187	1687	481	325	484	2541	4481						
LLZ1			46		282						141	329		141		328		94	47					328			282									47		
LLZ3					923							774	141			432								281			430						94	384				
MNJ1																58	94							378		47	141											
MSC1	483	215	283	531	727		320	435	103	872	758	2087	328	432	58		191	889	753	94	336		482	654	289	187	1981	289		581	1297	2438						
MNJ2											194				94	191								328			285											
MSC5			94		329		52	141		329	423	609	94			889			327				187	891		94	1128			141			94					
MSC8			94								288	516	47			753		327						629			720											
PTD1								188			94					94						187		329		94	141			141								
PTD3								824			437					336						187		375			332			388								
PMBO																								636			476											
QCN1											486					482		187						749			809			192	620	77						
QCN4	263	370	283	377	518		208	751	410	376	515	703	328	281	378	654	328	891	629	329	375	636	749		210		562	794	376	157	843	375						
SGLQ																289								210		266	771					155						
SRF2																									266		1386											
TDQ1			94		47		52	94			187				47	187		94		94				562			188	188		188								
TDQ2	913	697	377	431	1451	858	422	772	205	1158	893	1687	282	430	141	1981	285	1128	720	141	332	476	809	794	771	1386	188		5366	314	863	4017	886					
TIN											481					289								376			188	5366										
TMBC						270					325													157				314										
VFL3								485	103		484					581		141		141	388		192	843		188	863						88	140				
TOT.CIR.FUN	2650	2088	2123	2943	8499	1854	2377	4326	975	4858	4854	17302	2018	2981	718	14358	1092	5728	3374	1268	2879	1112	2905	13294	1536	1652	2022	26271	6700	1066	4409	9474	9200					

Tabla 3.14 Matriz de Tráfico proyectada de las centrales telefónicas de Andinatel en Quito Año 2014.

	CALD	CARP	CCL1	CCL3	COT2	CMB2	ECD1	GJL1	GMN1	INC1	INC3	INC4	LLZ1	LLZ3	MMU1	MSC1	MMU2	MSC5	MSC8	PTD1	PTD3	PMBO	OCN1	OCN4	SGLQ	SRF2	TDQ1	TDQ2	TIN	TMBC	VFL3	CVOZ, REDI, E1 ANDINANET PBX, ISP, RDSI								
CALD					466							510				456								251			863													
CARP					102							661				203								352			659													
CCL1				93	234						144	329	47			281			93	93				281			93	375												
CCL3				93	678							774				530								375			429						192							
COT2	456	102	234	678						194	328	1451	281	920	724	328								516		47	1445						93	228						
CMB2												713															810		255											
ECD1			47	51	706							456				303		50						196		50	400													
GJL1								147			93	387				435	141		188	823				750		93	768			484				141						
GMN1								147								98								391			195			98						187				
INC1										328	1594		141			864								374			1146													
INC3												935	141			750		422	289					516			889								93					
INC4	510	661	329	774	1451	713	456	387		1594	935		328	773	2077	194	607	516	93	434			482	688		187	1686	479	305	482	482	2533	4468							
LLZ1			47		281					141	328		141		328			93	46					328			281							46						
LLZ3					920							773	141		493									280			429						93	384						
MMU1															58	93								376			47	141												
MSC1	456	203	281	530	724			435	98	864	760	2077	328	433	58		190	888	748	93	335		480	654	304	187	1978	289												
MMU2												194			93	190								328			283													
MSC5			93		328			50	141	328	422	607	93		888				328				187	887			93	1123								93				
MSC8			93							289	516	46			748	328								629			717													
PTD1								188				93			93						187			330			93	141												
PTD3								823				434			335								375				332													
PMBO																							607				454													
OCN1												482			480									750			806													
OCN4	251	352	281	375	516			196	391	374	516	698	328	280	376	654	328	887	629	330	375	607	750		200	560	789	374	149	841										
SGLQ															304								200				735													
SRF2																										254														
TDQ1					47			50	93			187			47	187								560			1318													
TDQ2	863	659	375	429	1445	810	400	768	195	1146	889	1686	281	429	141	1978	283	1123	717	141	332	454	806	789	735	1318	187													
TIN												479			289									374			187	5353												
TMBC												305												149			285													
VFL3								484	98			482			577			141		140	385		192	841			861													
TOT.CIR.FUN	2536	1377	2113	2630	8408	1778	2258	4309	929.4	4827	4834	17151	2014	2976	715.4	14263	1088	5707	3365	1265	2871	1061	2897	13153	1483	1573	2012	25878	6681	994.4	4387	9432	88	140	9173					

Tabla 3.15 Matriz de Tráfico proyectada Año 2009 incluida tráfico Internet.

	CALD	CARP	CCL1	CCL3	COT2	CMB2	ECD1	GJL1	GMN1	IÑQ1	IÑQ3	IÑQ4	LLZ1	LLZ3	MNJ1	MSC1	MNJ2	MSC5	MSC8	PTD1	PTD3	PMBO	QCN1	QCN4	SGLQ	SRF2	TDQ1	TDQ2	TIN	TMBC	VFL3	CVOZ, RED1, ET ANIMANET PBX, ISF, RDSI	CVOZ, RED1, ET ANIMANET PBX, ISF, RDSI	CVOZ, RED1, ET ANIMANET PBX, ISF, RDSI				
CALD					820							660				624								340														
CARP					138							903				278								478														
CCL1				121	304		63				186	426	59			366		121	121					366			121	487										
CCL3			121		878		68					1004				686								487										249				
COT2	620	138	304	878			956			251	425	1882	364	1192		939		425						669			61	1874					121	297				
CMB2												938																										
ECD1			63	68	956							621				413		67						269			67	545										
GJL1									199		121	501				562		182		243	1064			970			121	997				626			182			
GMN1								199								133								530				265				133						
IÑQ1					251						425	2067				1126		425						486				1496								243		
IÑQ3			186		425			121		425		1214	182			979		546	372					665				1153								121		
IÑQ4	660	903	426	1004	1882	938	621	501		2067	1214		425	1000		2696	251	787	667	121	564		628	908			242	2179	621	420	625	3282				5788		
LLZ1			59		364							182	425	182		424		121	61					424												61		
LLZ3					1192							1000	182			558								363										121			496	
MNJ1																75	121							488			61	182										
MSC1	624	278	366	686	939		413	562	133	1126	979	2696	424	558	75		247	1148	973	121	434		623	845	373		242	2559	373			750	1675			3149		
MNJ2												251			121	247								424														
MSC5			121		425		67	182		425	546	787	121			1148							242	1151			121	1457					182			121		
MSC8			121								372	667	61			973		422						812					930									
PTD1								243				121				121												121	182							182		
PTD3								1064				564				434					242								429						501			
PMBO																																						
QCN1												628				623		242						967					1045					248	801		100	
QCN4	340	478	366	487	669		269	970	530	486	665	908	424	363	488	845	424	1151	812	425	484	822	967		271		726	1026	486	203	1089			484				
SGLQ																373								271			344		996						200			
SRF2																										344			1790									
TDQ1			121		61		67	121				242				61	242		121					726				243	243					243				
TDQ2	1179	900	487	557	1874	1108	545	997	265	1496	1153	2179	364	555	182	2559	368	1457	930	182	429	615	1045	1026	996	1790	243					6931	406	1115	5189	1145		
TIN												621				373								486				243	6931									
TMBC						349						420												203					406									
VFL3								626	133			625				750		182		182	501		248	1089				243	1115						114	181		
TOT.CIR.FUN	3423	2697	2742	3801	10978	2395	3070	5588	1269	6275	6270	22349	2607	3851	927.4	18546	1411	7399	4358	1638	3719	1436	3752	17172	1984	2134	2612	33934	8654	1377	5695	12236		11884				

Tabla 3.16 Matriz de Tráfico proyectada Año 2014 incluida tráfico Internet.

3.7 DIMENSIONAMIENTO EN LA CENTRAL QUITO CENTRO.

Como paso inicial en la configuración y dimensionamiento de una red NGN para Andinatel, es de vital importancia, migrar hacia un mundo IP en primer lugar en la parte de la red que comprende la Central de Tránsito Internacional (PASO 1) que es la parte más costosa de la red y que a través de la inserción de tecnología IP permitiría abaratar los costos en manejo de tráfico internacional, y como consecuencia, mayores ingresos para Andinatel. Esta sección de la red se la puede observar en la siguiente figura:

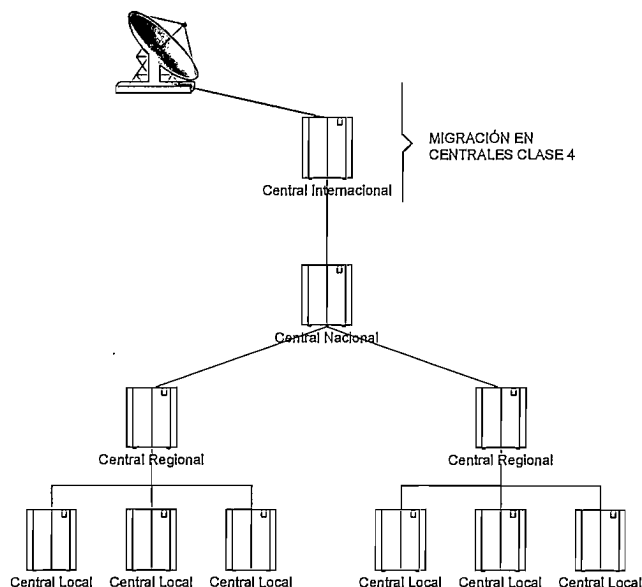


Figura 3.37 Estructura Jerárquica de red

Esta Central de Tránsito Internacional de Andinatel se encuentra ubicada en la Central de Quito Centro y maneja los siguientes datos para el año 2004 de acuerdo a la matriz de tráfico de Andinatel presentada en el presente proyecto (Tabla 1.8):

Total de Circuitos: 4 291 circuitos.

Total de E1: 143 E1s

En la proyección de tráfico realizada en el presente proyecto para el año 2009 (Tabla 3.15) y 2014 (Tabla 3.16), se obtienen los siguientes resultados:

AÑO	TOTAL DE CIRCUITOS	TOTAL DE E1's
2009	6 681	223
2014	8 654	289

Tabla 3.17 Resultados de las proyecciones para la central de Tránsito Internacional ubicada en Quito Centro.

Los principales equipos de Alcatel a utilizar en esta etapa son el Softswitch 5020 con las aplicaciones de *Long Distance Bypass e IP Telephony*, y la Pasarela de Encaminamiento 7510 por su gran capacidad de manejo de tráfico¹; la Pasarela de Encaminamiento 7505 sólo maneja hasta 16 E1s² y sirve para aplicaciones más pequeñas. Es necesario emplear un equipo para la Gestión de la Red NGN; el producto que el fabricante Alcatel ofrece para esta aplicación es el Gestor NMC 5795/ 1300 CMC *Smart* como se puede ver a continuación:

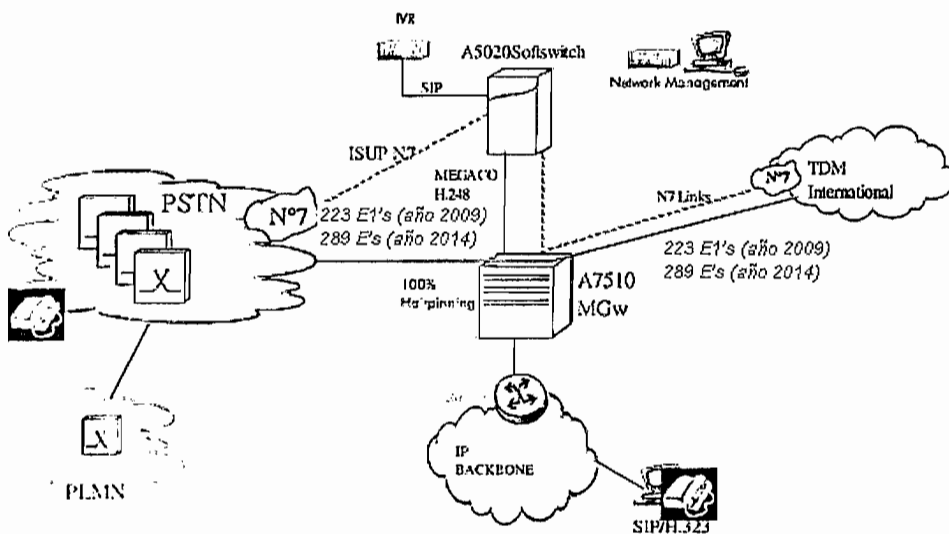


Figura 3.38 Configuración de la red NGN internacional.

Los parámetros para configurar estos equipos se detallan a continuación.

¹ Para mayor información revisar la sección 3.3.3.1.

² Para mayor información revisar la Tabla 3.3.

- Como se puede observar en la figura anterior, el 7510 TGW necesitaría manejar 223 E1's a cada lado de la red, lo que implica 446 E1's en total para el año 2009; y, de manera similar para el año 2014 se requeriría manejar 578 E1's. Esto implica lo siguiente:

AÑO	TOTAL DE E1's	TOTAL DE CIRCUITOS
2009	446	13380
2014	578	17340

Tabla 3.18 Total de circuitos necesarios para el dimensionamiento del 7510 TGW.

Entonces, se necesita configurar en total 13 380 puertos de encaminamiento sólo para el uso de *Bypass* de Larga Distancia (LDB) para el año 2009 es decir, 6 690 puertos a cada lado, y 17 340 puertos para el año 2014, lo que implica 8 670 en cada lado de la red.

- El manejo de tráfico se dimensionará a un 80% de utilización y se lo realiza para cada lado de la red, por lo que se tiene:

Para el año 2009:

$$\text{Tráficode ruteo} = \% \text{de utilización} * \# \text{circuitos} = 0.8 * 6690 = 5352 \text{ Erlangs}$$

Para el año 2014:

$$\text{Tráficode ruteo} = \% \text{de utilización} * \# \text{circuitos} = 0.8 * 8670 = 6936 \text{ Erlangs}$$

- De acuerdo a las estimaciones realizadas en la Tabla 3.10, que consideró una aproximación de usuarios para la central de Tránsito Internacional relacionándola con otra central que curse un tráfico similar debido a que la mencionada central no tiene abonados, se obtuvo 30 459 abonados para el año 2009 y 36 160 abonados para el año 2014, tomando un tiempo medio de llamada de 180 segundos¹, se puede determinar:

¹ Tiempo medio de llamada especificado por fabricante para el dimensionamiento del equipo 7510 TGW.

Para el año 2009:

$$\text{Tráfico por usuario} = \frac{\text{Tráfico total}}{\#\text{abonados}} = \frac{5352 \text{ Erlangs}}{30459 \text{ abonados}} = 0.176 \text{ Erlangs / abonado}$$

$$\text{BHCA} = \frac{\text{Tráfico total} * 3600 \text{ seg}}{\text{tiempo medio de llamada}} = \frac{5352 \text{ Erlangs} * 3600 \text{ seg}}{180 \text{ seg}} = 107040 \text{ Erlangs}$$

Para el año 2014:

$$\text{Tráfico por usuario} = \frac{\text{Tráfico total}}{\#\text{abonados}} = \frac{6936 \text{ Erlangs}}{36160 \text{ abonados}} = 0.192 \text{ Erlangs / abonado}$$

$$\text{BHCA} = \frac{\text{Tráfico total} * 3600 \text{ seg}}{\text{tiempo medio de llamada}} = \frac{6936 \text{ Erlangs} * 3600 \text{ seg}}{180 \text{ seg}} = 138720 \text{ Erlangs}$$

Otro dato importante para el dimensionamiento de la Pasarela de Encaminamiento 7510 es el número de Intentos de llamada por sesión CAPS:

Para el año 2009:

$$\text{CAPS} = \frac{\text{BHCA}}{3600 \text{ seg}} = \frac{107040 \text{ Erlangs}}{3600 \text{ seg}} = 29.73 \text{ CAPS} \approx 30 \text{ CAPS}$$

Para el año 2014:

$$\text{CAPS} = \frac{\text{BHCA}}{3600 \text{ seg}} = \frac{138720 \text{ Erlangs}}{3600 \text{ seg}} = 38.53 \text{ CAPS} \approx 39 \text{ CAPS}$$

3.7.1 ALCATEL *SOFTSWITCH* 5020.

Considerando que el *Softswitch* 5020 manejará a la Pasarela de Encaminamiento 7510, es necesario establecer el número de sesiones VoIP coexistentes.

La Pasarela de Encaminamiento 7510 maneja un máximo de 7 936 puertos VoIP por *shelf* y un máximo de 2 645 conexiones simultáneas para VoIP y 14 880 puertos TDM por *shelf* con un máximo de 4 960 conexiones simultáneas en TDM¹, por lo que se puede considerar lo siguiente:

- Considerando la relación de puertos TDM para conexiones simultáneas, se tendría para 13 380 puertos 4 460 conexiones simultáneas en TDM, para el año 2009, y para 17 340 puertos se tendría 5 780 conexiones simultáneas para el año 2 014.
- Tomando en cuenta la consideración realizada en la sección 3.6.3 literal c) y d), que considera un 5% de abonados migrados a NGN para el año 2 009 y 10% para el año 2 014, y haciendo una relación del número de puertos VoIP para conexiones simultáneas, se tendría un total de 1 523 abonados con 508 conexiones simultáneas para VoIP en el año 2 009, y 3 616 abonados con 1205 conexiones simultáneas.

Con todos estos datos se puede configurar el *Softswitch* 5020 con los siguientes parámetros necesarios para el fabricante.

Para el año 2009:

Sumario de Parámetros Configurados	Cantidad
Tiempo medio de llamada (en segundos)	180
Tráfico promedio por abonado (Erlangs/abonado)	0.176
Porcentaje de utilización	0.8
Número de puertos (sólo para la aplicación LDB)	13 380
Número de abonados	30 459
Número de sesiones simultáneas VoIP	508
Número de sesiones simultáneas LDB	4 460

Tabla 3.19 Dimensionamiento del Softswitch 5020.

¹ Datos proporcionados por el fabricante Alcatel [39].

Para el año 2014:

Sumario de Parámetros Configurados	Cantidad
Tiempo medio de llamada (en segundos)	180
Tráfico promedio por abonado (Erlangs/abonado)	0.192
Porcentaje de utilización	0.8
Número de puertos (sólo para la aplicación LDB)	17 340
Número de abonados	36 160
Número de sesiones simultáneas VoIP	1 205
Número de sesiones simultáneas LDB	5 780

Tabla 3.20 Dimensionamiento del Softswitch 5020.

De acuerdo a estos parámetros, se incluyen los siguientes detalles de elementos del *Softswitch* 5020 incluidos en el proyecto:

- Para los parámetros ya mencionados, el *Softswitch* 5020 se ubica dentro de la configuración *DS25 HP/Compaq Alpha Server*, ya que la configuración del equipo viene con elementos de *hardware* y *software* ya determinados dependiendo de la aplicación.
- Se incluye 3 *GUI Client PC's*, que son guías de *software* y documentación útil para Andinatel.
- Funcionalidad de SS7 con licencias ISUP, para poder interoperar con la red PSTN.
- Protocolo Megaco para controlar las Pasarelas de Medios.
- Protocolos SIP y H.323 y su respectiva licencia de *Interworking* para manejo de los terminales NGN.

El hardware y software a proporcionarse por el fabricante para el año 2009 de acuerdo a los parámetros configurados sería el siguiente:

Producto	Código	Descripción	Cantidad
Software			
LS-HWE-A5020-ASDS25MC-FEPBEP-LIC	3FS20488AAAA	IN7/ISUP, ISUP only licenses (FEP/BEP) for DS25 MC, mandatory for IPO/LDB application	1
LS-HWE-A5020-E1-DUO-PLUGIN	3FS20021AAAA	G.703 E1 plug in card (duo)	2
LS-HWE-A5020-EL-ASDS25-M-C-	3FS20024AAAA	AlphaServer DS25 monolithic cluster	1
LS-HWE-A5020-DS25-MUPGR	3FS20027AAAA	Max. Upgrade for DS25 cluster with 2+2 x 512 MB RAM	1
LS-HWE-A5020-MCHUB	3FS20398AAAA	Memory Channel HUB for Alpha cluster	1
SMC-HWE-GUIPC-110V	3FS20080AAAB	GUI Client PC - 110V AC version	3
Software Alcatel			
LS-SWA-O-A5020-LDB-AMO-OPRCLIENT	3EC12160AAAA	A5020 LDB Operator position client license	3
LS-SWA-C-A5020-LDB-PMO-BASEPLAT-CL	1AH00910ABAA	LDB Base platform runtime Kernet + Oracle for Cluster Machines	1
LS-SWA-C-A5020-LDB-PMO-AOM	3EC12146AAAA	LDB OAM tools	4
LS-SWA-C-A5020-LDB-PMO-SUPERV-APPL	3EC12147AAAA	LDB SNMP Application Management agent	4
LS-SWA-S-A5020-LDB-AMO-CARRIER-MASTER	3EC12115AAAA	CARRIER LDB Master Application license	1
LS-SWA-S-A5020-LDB-AMO-CARRIER-S5K	3EC12119AAAA	CARRIER LDB 5.000 Concurrent Session license	1
LS-SWA-S-A5020-IPT-AMO-IPHONEY-S1K	3EC12225AAAA	IPHONEY IPT 1.000 Concurrent Session license	1
LS-SWA-C-A5020-LDB-PAD-MEGACOP	3EC12153AAAA	MEGACOP Protocol adapter	4
LS-SWA-C-A5020-IPT-PAD-H323	3EC12258AAAA	H323 Protocol adapter	4
LS-SWA-C-A5020-IPT-PAD-SIP	3EC12259AAAA	SIP Protocol adapter	4
LS-SWA-C-A5020-IPT-ASM-IW323SIP	3EC12232AAAA	H.323 <=> SIP Interworking module license	4
LS-SWA-C-A5020-LDB-PAD-ISUP	3EC12155AAAA	ISUP Protocol adapter	4
Software OEM			
LS-SWE-C-A5020-LDB-PMO-SUPERV-HWOS-NODE	3FS20112AAAA	LDB SNMP Hardware and UNIX Management agent for max.2 CPU's per node	2
LS-SWE-C-A5020-LDB-PMO-SUPERV-ORA-NODE	3FS20113AAAA	LDB SNMP Oracle Management agent for max.2 CPU's per node	2
LS-SWE-C-A5020-LDB-PAD-SS7MTP	3FS20116AAAA	SS7 MTP Protocol adapter	4
LS-SWE-L-A5020-IPT-SIG-MTP-64	3FS20153AAAA	SS7 MTP Signalling Link license - 64 links	1
Media & Documentación			
LS-MDA-I-A5020-LDB-MDO-SYSMEDIA	3EC12213AAAA	LDB system Sftw Media CD (incl. Installation + Site preparation guide)	2
LS-MDA-I-A5020-LDB-MDO-OPRCLIENTMEDIA	3EC12214AAAA	LDB Opr. Client Sftw Media CD (Incl. Installation guide)	2
LS-MDE-I-A5020-LDB-MDO-ORAMEDIA	3EC12215AAAA	Oracle DB Sftw Media (Incl. Installation guide)	2
LS-MDA-I-A5020-LDB-MDO-SYSDOC	3EC12216AAAA	LDB System Documentation CD	2
LS-MDE-I-A5020-LDB-MDO-ORADOC	3EC12649AAAA	Oracle Server system Documentation CD	2

Tabla 3.21 Elementos configurados en el Softswitch 5020¹.

Debido a la capacidad de manejo del Softswitch 5020 ya especificadas, para el año 2014 se realizaría únicamente una ampliación de las licencias para manejo de Larga Distancia Internacional y Telefonía IP. Este detalle se indica en la siguiente tabla:

Producto	Código	Descripción	Cantidad
Software Alcatel			
LS-SWA-S-A5020-LDB-AMO-CARRIER-S5K	3EC12119AAAA	CARRIER LDB 5.000 Concurrent Session license	1
LS-SWA-S-A5020-IPT-AMO-IPHONEY-S1K	3EC12225AAAA	IPHONEY IPT 1.000 Concurrent Session license	1

Tabla 3.22 Elementos configurados en el Softswitch 5020².

^{1,2} Configuración proporcionada por el fabricante Alcatel.

3.7.2 ALCATEL 7510 TGW.

La configuración de la Pasarela de Encaminamiento 7510 de Alcatel se la realizará de acuerdo a los parámetros ya especificados en la sección anterior, obteniendo lo siguiente:

Para el año 2009:

Sumario de Parámetros Configurados	Cantidad
Número total de puertos LDB	13 380
Número total de puertos VoIP	1 523

Tabla 3.23 Dimensionamiento de la Pasarela de Encaminamiento 7510.

Para el año 2014:

Sumario de Parámetros Configurados	Cantidad
Número total de puertos LDB	17 340
Número total de puertos VoIP	3 616

Tabla 3.24 Dimensionamiento de la Pasarela de Encaminamiento 7510.

Los elementos del Alcatel 7510 TGW incluidos para el presente proyecto para el año 2009 se muestran a continuación:

Producto	Código	Descripción	Cantidad
Hardware			
KIT-VK7510	3FZ60028AAXX	Chassis Kit for Alcatel 7510 Media Gateway - includes chassis (3FZ50010AAXX) plus one (1) Backpanel (3FZ40000AAXX) and three (3) Fan Tray Units ((3FZ50012AAXX)	1
PBA-VBSCM	3FZ30014BAXX	System Control Module (SCM) - processor board	2
PBA-VMSCM	3FZ30017AAXX	System Control Module (SCM) - I/O board with management, timing interface	1
PBA-VMSCMA	3FZ30021AAXX	System Control Module (SCM) - I/O board with management, timing and alarm interface	1
PBA-VBSFM	3FZ30002AAXX	Switch Fabric Module (SFM) - processor board	2
PBA-VBC4S1	3FZ30003AAXX	Circuit Interface Module (CIM) - processor board for 4-port OC-3/STM-1	4
PBA-VM4S1SS	3FZ30007AAXX	Circuit Interface Module (CIM) - I/O board with 4-port STM-1/OC-3 interface (optical)	2
PBA-VP11GE	3FZ30009AAXX	Packet Interface Module (PIM) - processor board for 1-port GigEthernet	2
PBA-VM1GEM	3FZ30012AAXX	Packet Interface Module (PIM) - I/O board with 1-port GigEthernet interface (optical)	2
PBA-VBMC4M4F	3FZ30005AAXX	Media Conversion Module (MCM) - with 24 DSP (BMC 1510)	6
MA-VBDMY20	3FZ30035AAXX	Filling board for Alcatel 7510 Media Gateway - processor board 20mm	4
MA-VMDMY20	3FZ30039AAXX	Filling board for Alcatel 7510 Media Gateway - I/O board 20mm	14
Software Alcatel			
SW-PACR22	3FZ69922AAXX	Software Base Package - Release 2.2 per chasis	1
SW-PACGEM	3FZ69923AAXX	Software Feature Package - Gateway Element Manager (GUI) per chasis	1
FEAT-TRUNKGW	3FZ01657AAXX	Software Feature Package - Basic Trunking per DSO	30 459
FEAT-DTMFSUP	3FZ01659AAXX	Software Feature Package - DTMF Support for Trunking per DSO	30 459
FEAT-TONES	3FZ01660AAXX	Software Feature Package - Tones and Announcements for Trunking per DSO	30 459

FEAT-COMPR	3FZ01662AAXX	Software Feature Package - VoIP compression, FoIP Relay per DS0	30 459
HW E1 Extender			
EMA-MX2	EFZxxxxxyy2	A1660 Mux for 2x STM-1/OC3	1
EMA-MX6	3FZxxxxxyy6	A1660 Mux for 6x STM-1/OC3	1
SW E1 Extender Craft Terminal			
SWL-RCT 60SM	3FZxxxxxyy7	SW license for remote control terminal (Craft Terminal)	2
Elementos opcionales 7510			
		Spare Kit Bundle for Alcatel 7510 Media Gateway, includes	
		* 1 SCM - processor board	
KIT-VKSPBDL1	3FZ60029AAXX	* 1 SCM - I/O board with management, timing interface	1
		* 1 SCM - I/O board with management, timing and alarm interface	
		* 1 SFM - processor board	
		* 1 CIM - processor board	
Elementos opcionales del Multiplexor			
EMA-rack	3FZxxxxxyy0	S9 Rack 600x600x2200 with TRUO4	2
E1 Extender MDF Cabling			
E1 Extender MDF Cabling		E1 Extender MDF Cabling	1

Tabla 3.25 Elementos configurados en la Pasarela de Encaminamiento 7510
(configuración proporcionada por el fabricante)

Para el año 2 014 se ampliaría el equipo de acuerdo a lo anteriormente calculado, obteniendo los siguientes elementos:

Producto	Código	Descripción	Cantidad
Hardware			
PBA-VBSCM	3FZ30014BAXX	System Control Module (SCM) - processor board	1
PBA-VMSCM	3FZ30017AAXX	System Control Module (SCM) - I/O board with management, timing Interface	1
PBA-VMSCMA	3FZ30021AAXX	System Control Module (SCM) - I/O board with management, timing and alarm interface	1
PBA-VBSFM	3FZ30002AAXX	Switch Fabric Module (SFM) - processor board	1
PBA-VBC4S1	3FZ30003AAXX	Circuit Interface Module (CIM) - processor board for 4-port OC-3/STM-1	2
PBA-VM4S1SS	3FZ30007AAXX	Circuit Interface Module (CIM) - I/O board with 4-port STM-1/OC-3 interface (optical)	1
PBA-VPI1GE	3FZ30009AAXX	Packet Interface Module (PIM) - processor board for 1-port GigEthernet	1
PBA-VM1GEM	3FZ30012AAXX	Packet Interface Module (PIM) - I/O board with 1-port GigEthernet interface (optical)	1
PBA-VBMC4F	3FZ30005AAXX	Media Conversion Module (MCM) - with 24 DSP (BMC 1510)	2
MA-VBDMY20	3FZ30035AAXX	Filling board for Alcatel 7510 Media Gateway - processor board 20mm	2
MA-VMDMY20	3FZ30039AAXX	Filling board for Alcatel 7510 Media Gateway - I/O board 20mm	6
Software Alcatel			
FEAT-TRUNKGW	3FZ01657AAXX	Software Feature Package - Basic Trunking per DS0	5 701
FEAT-DTMFSUP	3FZ01659AAXX	Software Feature Package - DTMF Support for Trunking per DS0	5 701
FEAT-TONES	3FZ01660AAXX	Software Feature Package - Tones and Announcements for Trunking per DS0	5 701
FEAT-COMPR	3FZ01662AAXX	Software Feature Package - VoIP compression, FoIP Relay per DS0	5 701
HW E1 Extender			
EMA-MX2	EFZxxxxxyy2	A1660 Mux for 2x STM-1/OC3	1
EMA-MX6	3FZxxxxxyy6	A1660 Mux for 6x STM-1/OC3	1

SW E1 Extender Craft Terminal			
SWL-RCT 60SM	3FZxxxxxyy7	SW license for remote control terminal (Craft Terminal)	1
Elementos opcionales 7510			
		Spare Kit Bundle for Alcatel 7510 Media Gateway, Includes	
		* 1 SCM - processor board	
KIT-VKSPBDL1	3FZ60029AAXX	* 1 SCM - I/O board with management, timing interface	1
		* 1 SCM - I/O board with management, timing and alarm interface	
		* 1 SFM - processor board	
		* 1 CIM - processor board	
Elementos opcionales del Multiplexor			
EMA-rack	3FZxxxxxyy0	S9 Rack 600x600x2200 with TRUO4	1
E1 Extender MDF Cabling			
E1 Extender MDF Cabling		E1 Extender MDF Cabling	1

Tabla 3.26 Elementos configurados en la Pasarela de Encaminamiento 7510¹.

3.7.3 ALCATEL 5795 NMC Y 1300 CMC SMART.

El Gestor de Alcatel 5795 NMC/ 1300 CMC *Smart* estará configurado para manejar al *Softswitch* 5020 y a la Pasarela de Encaminamiento 7510, y se realizará una sola adquisición que servirá para los 10 años analizados en el presente proyecto, la configuración se indica en la siguiente tabla:

Sumario de Parámetros Configurados	Cantidad
Alcatel 5020 Softswitch	1
Alcatel 7510 Media Gateway	1

Tabla 3.27 Dimensionamiento de los Gestores 5795 NMC / 1300 CMC Smart.

En las Tablas 3.28 y 3.29 se indica la configuración de *hardware* y *software* necesaria para el presente proyecto:

¹ Configuración proporcionada por el fabricante Alcatel.

Producto	Código	Descripción	Cantidad
Hardware			
NMC-HWE-EL-SB150-5	3FS20400AAAA	Sunblade 150 server with 512MB RAM	1
Software			
NMC-SLE-CONS-SOL-STO-C	3EC11349AAAA	NMC Operator position console license, stand-alone (Sparc/Solaris)	3
NMC-SLE-ALMA-EXPERT-RT-BASISA	3FS20412AAAA	Alma Expert Base platform software including full feature set, and Data-Views for up to 8 NE'S	1
NMC-SLE-NAS-E FOR CL A	3EC11351AAAA	NAS NMC network and element management applications agent license for Class A	1
NMC-SLE-NAS-E FOR CL C	3EC11353AAAA	NAS NMC network and element management applications agent license for Class C	1
Servicios			
SMC-SVA-SERVI-SWINT	3EC11425AAAA	A5735/5795/502x SW Factory Integration	1

Tabla 3.28 Elementos configurados en el 5795 NMC¹.

Producto	Código	Descripción	Cantidad
Hardware			
TBC	TBC	Compaq EVO D510 CMT 2.4GHz, 265MB, 40GB disk, CD-ROM, LAN-Interface,1.44MB Floppy, 19" SVGA Color Monitor (optional)	3
TBC	TBC	3rd party Software for Windows NT based PC	3
Software			
TBC	TBC	Basic fee per CMC Smart for Alcatel NGN Networks	3

Tabla 3.29 Elementos configurados en el 1300 CMC Smart².

3.7.4 SIPVIEW IVR.

Dentro del presente proyecto no es necesario incluir el equipo 5022 Servidor de Medio IP de Alcatel IMS (*IP Media Server*) para añadir capacidades como anuncios de flujo IP, servicios de Respuesta de Voz Interactiva IP IVR (*Interactive Voice Response*) y reconocimiento de voz, ya que resulta un equipo adicional para aplicaciones de mayor tamaño como sería en el caso de países más grandes; sin embargo es necesario realizar este tipo de anuncios de mensajería en la Red de Próxima Generación. Para esto, se incluye el Software SIPVIEW IVR que se encargaría de realizar todo este tipo de aplicaciones dentro de la red. Los elementos necesarios para el presente proyecto, se presentan a continuación:

^{1,2} Configuración proporcionada por el fabricante Alcatel.

Para el año 2009:

Producto	Número de Parte	Descripción	Cantidad
SPV-HW-50	10001-50001	Main HW (Linux Based), 2 CPUs 2048 GB of RAM, 100GB Storage	1
SPV-SW-IVR	10001-60001	MASTER License for IVR	1
SPV-SW-	10001-60011	SIP Protocol license	1
SPV-SW-S10	10001-60021	IVR Session License 100 concurrent access (10 sessions max)	1
SPV-SW-S50	10001-60023	IVR Session License 500 concurrent access (50 sessions max)	1
Onsite Installation Service	SPV-IVR-INST	Installation & Test	1

Tabla 3.30 Elementos configurados en el SIPVIEW IVR¹.

Para el año 2014:

Producto	Número de Parte	Descripción	Cantidad
SPV-SW-S10	10001-60021	IVR Session License 100 concurrent access (10 sessions max)	1
SPV-SW-S50	10001-60023	IVR Session License 500 concurrent access (50 sessions max)	1
Onsite Installation Service	SPV-IVR-INST	Installation & Test	1

Tabla 3.31 Elementos configurados en el SIPVIEW IVR².

3.7.5 COSTOS DE LOS EQUIPOS PARA QUITO CENTRO

En las siguientes tablas, se pueden observar los costos referenciales de los equipos configurados para la central de Tránsito Internacional de Quito Centro.

Para el año 2009:

Descripción	Cantidad	Precio Referencial Unitario USD (\$)	Precio Referencial Total USD (\$)
Softswitch 5020	1	\$896,933.40	\$896,933.40
Gestor 5795 NMC / 1300 CMC Smart	1	\$102,312.00	\$102,312.00
SIPVIEW IVR	1	\$91,236.00	\$91,236.00
Pasarela 7510 TGW	1	\$565,144.80	\$565,144.80
Costo Total			\$1,655,626.20

Tabla 3.32 Costo total de los equipos para Quito Centro (costos incluyen IVA)³.

^{1, 2, 3} Configuración y costos proporcionados por el fabricante Alcatel.

Como se puede observar en la Tabla 3.32 el costo de toda la migración en la central clase 4 o de Tránsito Internacional de Quito Centro es de 1'655.626.20 USD DÓLARES AMERICANOS incluyendo la Pasarela 7510 TGW y los equipos de Gestión de los mismos; con lo cual se ratifica que esta solución de Alcatel, es mejor en el aspecto económico en comparación a la solución de la introducción de una central A1000 MM E10 con la función MGC (\$1 080 000 USD dólares americanos para 12 000 abonados sin incluir la función MGC, la pasarela de encaminamiento y equipos de Gestión para la red NGN ¹). Además, se tiene el dimensionamiento para 13 380 puertos con la aplicación de Bypass de Larga Distancia Internacional; en el presupuesto también está provista la funcionalidad de VoIP con 1 523 puertos, lo cual brinda nuevos servicios para ofrecer a los usuarios finales de la Central de Quito Centro, y como resultado, la provisión de nuevos ingresos para Andinatel.

Para el año 2014:

Descripción	Cantidad	Precio Referencial Unitario USD (\$)	Precio Referencial Total USD (\$)
Ampliación Softswitch 5020	1	\$66,724.60	\$66,724.60
Ampliación SIPVIEW IVR	1	\$27,370.80	\$27,370.80
Ampliación Pasarela 7510 TGW	1	\$226,057.92	\$226,057.92
Costo Total			\$320,153.32

Tabla 3.33 Costo total de los equipos para Quito Centro (costos incluyen IVA)².

En la Tabla 3.34 se observa el costo de la ampliación en la central clase 4 o de Tránsito Internacional de Quito Centro que actualmente (año 2004) sería de 320.153.32 USD DÓLARES AMERICANOS Además, se tiene la ampliación de 3 960 puertos adicionales a los considerados para el año 2009, con la aplicación de Bypass de Larga Distancia Internacional; en el presupuesto también está provisto la ampliación de 2 093 puertos adicionales con la funcionalidad de VoIP.

^{1,2} Costos proporcionados por el fabricante Alcatel.

3.8 DIMENSIONAMIENTO EN LA CENTRAL IÑAQUITO.

La Central de Iñaquito es una de las centrales de Andinatel en la ciudad de Quito que maneja una gran cantidad de abonados residenciales y de la misma manera, una gran cantidad de clientes empresariales, bancarios y de negocios. Por este motivo, es de gran importancia un adecuado manejo de estos clientes en el plan de migración hacia la Red de Próxima Generación, razón por la cual se escogió esta central como ejemplo de migración para las otras centrales, tal como se especificó en el plan del presente proyecto.

Sería recomendable dejar de invertir en equipos con tecnología netamente TDM y empezar a migrar los abonados a equipos con tecnología NGN, siendo lo más importante, el uso del cable de cobre en la última milla hacia el usuario final sin dejar de brindar los servicios actuales y añadiendo servicios de próxima generación.

Debido a que sería innecesario y poco inteligente el reemplazo en un solo paso de toda una central telefónica, es importante, para esta migración en cualquier central de la red de Andinatel, realizar un estudio del tipo de abonados que maneja la central y así, escoger aquellos que utilizarían los servicios de próxima generación y de esta manera generarían ingresos para Andinatel. Debido a esto, tomando en cuenta los estudios realizados en este proyecto en la sección 3.6.3 literales c) y d), y los datos mostrados en la tabla 3.12 se realizará el dimensionamiento para la Central de Iñaquito para esta cantidad de abonados a migrar hacia la red NGN.

La central de Iñaquito es clave considerando clientes que buscan servicios *triple/play*, es decir, servicios que manejen voz, datos y video. El paso inicial sería escoger el tipo de Pasarela de Acceso a utilizar en esta central. Alcatel para este efecto, brinda la posibilidad de escoger entre los equipos DSLAM 7300 y el Litespan 1540 como AGWs.

En la central de Iñaquito se requiere la migración en equipos de los abonados desde la Central hacia el nuevo AGW. Tomando en cuenta, la gran cantidad de abonados que se maneja en esta central telefónica, se recomienda utilizar el Litespan 1540 que permitirá manejar inicialmente abonados POTS, ADSL (Banda Ancha), ISDN y datos. Además cuenta con tarjetas procesadoras que, como se dijo anteriormente, utilizando el mismo hilo de cobre, permite manejar servicios triple/play y servicios de VoIP hacia el usuario final.

3.8.1 ALCATEL LITESPAN 1540.

La repisa principal del Litespan 1540 maneja la siguiente modularidad:

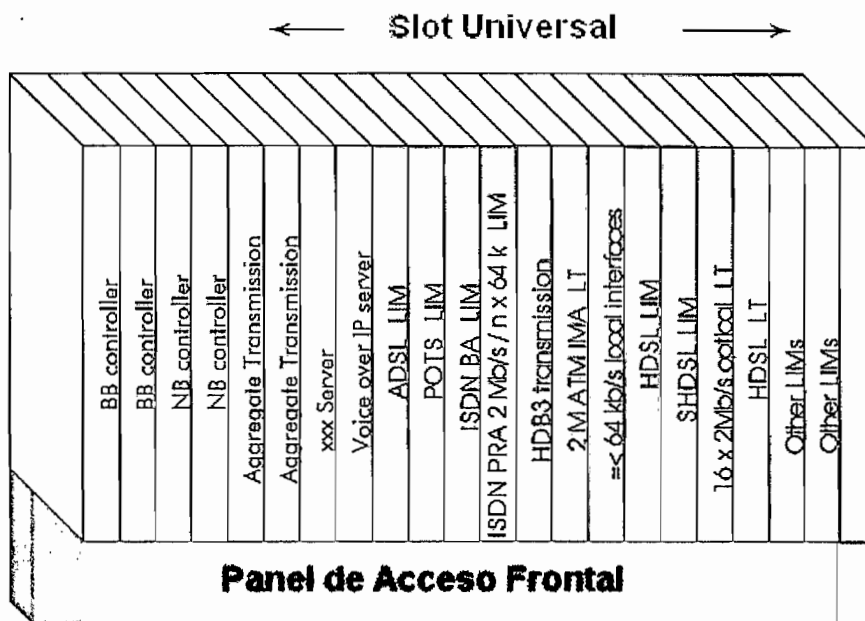


Figura 3.39 Panel Frontal Principal del Litespan 1540 [39].

Las tarjetas procesadoras, de acuerdo a su función dentro del equipo, tienen la siguiente capacidad como se ve en la Tabla 3.34:

Nombre	Tipo de tarjeta de abonado	Capacidad
ATLC	POTS	30
BALC	ISDN - BA (voltage feeding)	16
FFLCB	Telefonía Pública	16
SLTC	SHDSL (TDM)	8
SALC	Subrates < 64 Kb/s	8
PRCC	2 Mb/s, n x 64 Kb/s	4
LTAC-C	ADSL	12
NACC-C	POTS splitter	12
LTSC	SHDSL (ATM)	12
LTAC-D	ADSL	24

Tabla 3.34 Modularidad de las tarjetas del Litespan 1540¹

Adicionalmente al manejo de abonados POTS, se incluirá en el diseño la capacidad de manejar tecnología VoIP, ADSL y SHDSL (ATM), tecnologías xDSL que Andinatel ya brinda en la actualidad, como se puede apreciar en la figura 3.35.

Para el año 2009 en la central de Iñaquito, de acuerdo a la Tabla 3.11, se estiman tener 7 143 abonados migrados hacia la red NGN. Considerando la densidad de tráfico Internet calculada para ese año (18.24%), se podría concluir entonces, alrededor de 1 303 abonados a tecnología xDSL.

En el presente proyecto se estima ofrecer servicios desde 128 Kbps hasta 512 Kbps para tráfico entrante como máximo para el usuario (tomando en cuenta que ADSL es una tecnología asimétrica que tiene hasta 8 Mbps para tráfico entrante), por lo tanto, se considerará tomar como promedio 256 Kbps, consiguiendo tener 32 abonados por puerto.

Empleando tecnología SHDSL se puede tener 2 Mbps ya sea para tráfico entrante como saliente, por lo que considerando la misma velocidad promedio de 256 Kbps se puede obtener 8 abonados por puerto.

¹ Datos proporcionados por el fabricante Alcatel.

Considerando las limitaciones del equipo en cuanto a tarjetas para SHDSL, se tomará el máximo de éstas en la configuración, empleando tarjetas para el servicio ADSL en el resto de abonados.

También se incluirán tarjetas para dar servicio de datos a 64 Kbps con un tope de 32 abonados (2 Mbps) de acuerdo a configuraciones del fabricante.

Con todas estas premisas, las tarjetas procesadoras del Litespan 1540 necesarias para este proyecto en la Central de Lñaquito se muestran a continuación con el correspondiente número de abonados:

Para el año 2009:

CANTIDAD	TARJETAS	PUERTOS	ABONADOS
4	LTSC (SHDSL ATM)	48	384
3	LTAC-C (ADSL)	36	1152
8	PRCC (datos nx64Kbps)	32	1024
153	ATLC (POTS)		4590

Tabla 3.35 Tarjetas necesarias para el Litespan 1540

Para el año 2014 se tomarán las mismas premisas empleadas para el año 2009 con lo que se obtiene lo siguiente:

CANTIDAD	TARJETAS	PUERTOS	ABONADOS
12	LTSC (SHDSL ATM)	144	1152
8	LTAC-C (ADSL)	96	3072
24	PRCC (datos nx64Kbps)	96	3072
115	ATLC (POTS)		3450

Tabla 3.36 Tarjetas necesarias para el Litespan 1540

La configuración de *hardware* necesaria para los parámetros calculados anteriormente se describe a continuación:

Para el año 2009:

Descripción	Cantidad
Hardware	
POWPA board	3
HBMPB board	6
AUXPA L board	3
LTAPA board	3
DSPP board	3
TARPB board	3
TARCB board	3
ASCC-IMA BB Controller board	3
NEHC + PDAD BB Controller board	3
DUXPA board	9
NSEC board	9
PATC board	9
Voice over IP Server board	3
LTSC_A SHDSL (ATM) xxx Server board	4
LTAC_12 ADSL LIM	3
PRCC	8
ATLC_E POTS	153
Bastidor MLS Hb/MAIN	3
Bastidor MLS Ie/Ext	7

Tabla 3.37 Elementos configurados en el Litespan 1540
(Configuración proporcionada por el fabricante)

Para el año 2014, dado que sería indispensable una ampliación de equipos se considera el siguiente *hardware* necesario:

Descripción	Cantidad
Hardware	
POWPA board	1
HBMPB board	2
AUXPA L board	1
LTAPA board	1
DSPP board	1
TARPB board	1
TARCB board	1
ASCC-IMA BB Controller board	1
NEHC + PDAD BB Controller board	1
DUXPA board	3
NSEC board	3
PATC board	3

Voice over IP Server board	1
LTSC_A SHDSL (ATM) xxx Server board	12
LTAC_12 ADSL LIM	8
NACC_12 POTS LIM	24
ATLC_E POTS	115
Bastidor MLS Hb/MAIN	1
Bastidor MLS le/Ext	5

Tabla 3.38 Elementos configurados en el Litespan 1540¹

3.8.2 COSTOS DE LOS EQUIPOS PARA LA CENTRAL DE IÑAQUITO.

Los costos referenciales del equipo Litespan 1540, requerido para el año 2009 se presentan en la tabla 3.39.

Descripción	Cantidad	Puertos	Precio Referencial Unitario USD (\$)	Precio Referencial Total USD (\$)
LTSC_A SHDSL (ATM) xxx Server board	4	48	\$155.14	\$7,446.72
LTAC_12 ADSL LIM	3	36	\$142.89	\$5,144.04
PRCC	8	32	\$101.25	\$3,240.00
ATLC_E POTS	153	4590	\$95.78	\$439,630.20
Voice over IP Server	3	3	\$4,580.00	\$13,740.00
Costo Total				\$469,200.96

Tabla 3.39 Costo total de los equipos para Iñaquito año 2009 (precios incluyen IVA) ².

Para el año 2014 se tendrían los siguientes costos, considerando que los mismos son valorados para el presente año (2004).

^{1,2} Configuración y costos proporcionados por el fabricante Alcatel.

Descripción	Cantidad	Puertos	Precio Referencial Unitario USD (\$)	Precio Referencial Total USD (\$)
LTSC_A SHDSL (ATM) xxx Server board	12	144	\$155.14	\$22,340.16
LTAC_12 ADSL LIM	8	96	\$142.89	\$13,717.44
PRCC	24	96	\$101.25	\$9,720.00
ATLC_E POTS	115	3450	\$95.78	\$330,441.00
Voice over IP Server	1	1	\$4,580.00	\$4,580.00
Costo Total				\$380,798.60

Tabla 3.40 Costo total de los equipos para Iñaquito año 2014 (precios incluyen IVA) ¹.

En conclusión, en la central de Iñaquito, se muestra un costo referencial de la migración hacia la red NGN, en centrales clase 5, con una capacidad de abonados para la mencionada red equivalente al 5% del total de abonados para telefonía fija proyectados para el año 2009 y del 10% para el año 2014. Este porcentaje de abonados migrados, sirve para comenzar la penetración de los nuevos servicios NGN en la ciudad de Quito

Cabe destacar que si Andinatel quisiera realizar una ampliación en el número de abonados de cualquier central de la ciudad de Quito, se recomienda adquirir productos NGN, como el Litespan 1540 y el ASAM 7300 de Alcatel. Si los abonados ampliados requeridos son para uso sólo de servicios de voz, se puede migrar los abonados ya existentes a los nuevos equipos NGN ganando de esta manera usuarios para NGN, y los nuevos abonados conectar a las centrales antiguas PSTN. Con este plan, Andinatel gana en abonados y en aplicaciones para los usuarios, sin desperdicio de los equipos existentes.

¹ Costos proporcionados por el fabricante Alcatel.

Otra posible situación que se podría dar para Andinatel, es cuando no se requiera de una ampliación de abonados, sino una mejora en los servicios ofrecidos brindando servicios NGN, como en el presente proyecto; en este caso, Andinatel puede adquirir los equipos Litespan 1540 y el ASAM 7300 de Alcatel, migrando los abonados existentes y conectados a la central a las nuevas Pasarelas de Acceso, y reutilizar los equipos de la central en cualquier otra central existente fuera de la ciudad de Quito, o utilizándolos como equipos para una nueva central de Andinatel en cualquier lugar del país donde se requiera sólo servicios de voz.

De cualquier forma, Andinatel va a ganar en abonados y en servicios, de acuerdo a las necesidades de los clientes, siempre y cuando, se conserve la interoperación entre la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN) y la nueva Red de Próxima Generación (NGN).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 CONCLUSIONES.

- Los pasos a seguir para la migración hacia una Red de Próxima Generación, van a ser diferentes para todas las operadoras de telefonía fija del mundo, y es necesario realizar un estudio de la situación de la red de cada operador, de las necesidades de los usuarios de la red y de su poder financiero para poder adquirir los servicios que brinda la red NGN, y de la capacidad económica del operador para realizar inversiones en equipamiento; de tal forma que la solución tomada para la migración satisfaga tanto a la operadora de red como a sus usuarios.
- Actualmente, Andinatel ofrece servicios de voz y de datos sobre redes diferentes. La Red de Próxima Generación permitirá a este operador, ofrecer el mismo tipo de servicios, incluyendo también nuevos servicios mejorados de voz y datos e introduciendo también servicios de video, pero sobre una única red de transporte con conmutación de paquetes, lo que dará como resultado una red más práctica y económica en cuanto a operación y mantenimiento de la misma.
- En el Ecuador, es importante manejar una adecuada interoperabilidad entre la Red de Telefonía Pública Conmutada y la Red de Próxima Generación, debido a que la situación económica actual del país no se encuentra en un nivel que permita a la mayoría de clientes tener acceso a servicios de avanzada tecnología, lo que facilitará que usuarios con recursos económicos de tipo medio y bajo, utilicen por lo menos servicios de telefonía básica, es decir servicios de voz.
- De acuerdo a los estudios realizados del mercado de las telecomunicaciones, es visible que la situación de la telefonía fija (sólo de voz), ha mantenido un crecimiento estable en los últimos años pero que se proyecta con un descenso en cuanto a su nivel de penetración, esto se debe al ingreso de nuevas alternativas de comunicación para los usuarios

como es el caso de la telefonía celular que ha tenido un considerable incremento de usuarios en los pocos años que se encuentra en el mercado. Lo que indica que todavía existen usuarios potencialmente aptos, desde el punto de vista económico, para contratar nuevos servicios. Por este motivo, es vital para Andinatel buscar nuevos campos de mercado a través de redes que le permitan brindar servicios avanzados a sus clientes.

- Los equipos escogidos del fabricante Alcatel, por las razones ya especificadas en el capítulo 3, para el diseño de la Red de Próxima Generación en la Central de Tránsito Internacional, no sólo permiten cubrir la proyección de tráfico realizada en el presente proyecto para los próximos 10 años, sino que por su capacidad de manejo de tráfico, permitirían cubrir mayores demandas en el caso que hubieren durante los años mencionados, o si no es el caso, estarían en la capacidad de manejar situaciones de incremento de tráfico durante un período de tiempo mayor.
- La proyección de la matriz de tráfico realizada para los próximos 10 años, considera solamente la demanda para usuarios con tráfico de voz y tráfico Internet. Los servicios de datos y video se proponen a ser ofrecidos por la red NGN y no por la red PSTN, por lo que será la red de transporte con tecnología IP la que deberá ser dimensionada para cubrir estos requerimientos.
- Los costos estimados para la implementación del presente proyecto, se consideran como razonables en virtud que se realizó una comparación de costos con otra alternativa (se consideró un único fabricante) y tomando en cuenta que en los análisis hechos para las dos centrales escogidas, casi todos los gastos considerados fuertes, se efectúan al inicio de la migración, y posteriormente, se consideran solamente ampliaciones.
- Las proyecciones de abonados a la Red de Próxima Generación para cada una de las centrales de la ciudad de Quito y el dimensionamiento

propuesto para la Central de Iñaquito, servirán como datos y modelo para el diseño en las restantes centrales.

4.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar la incorporación de los equipos necesarios y mencionados en el presente proyecto en la sección 3.3.4.4 para la introducción de servicios multimedia, en un período no mayor a los siguientes 5 años (que es el primer período de tiempo para el cual se han dimensionado los equipos), ya que de acuerdo a los estudios realizados sobre posibles usuarios de estos servicios, existiría un incremento considerable de este tipo de clientes en este intervalo de tiempo. La central recomendada para la instalación de estos equipos sería la central de Mariscal Sucre, para no acumular equipos en Quito Centro e Iñaquito, y considerando también que estas tres centrales son de las más importantes dentro de la ciudad de Quito por la capacidad y tipo de usuarios que manejan.
- Actualmente, la red de transporte para datos de Andinatel está basada en tecnología ATM, y es la red que de manera inicial se utilizará para NGN. Sin embargo, se debe implementar una red de transporte con tecnología IP que permita optimizar las aplicaciones de VoIP y reducir gastos operativos, de soporte, mantenimiento y administración del sistema.
- Se recomienda en los próximos años realizar un estudio del mercado y la demanda de usuarios en el valle de Tumbaco, debido a que en ese sector se ubicará el nuevo aeropuerto de Quito, y será necesario que estos usuarios puedan acceder a los servicios de telecomunicaciones previstos en el presente proyecto, ya que seguramente requerirán de aplicaciones de tipo comercial.
- Es de vital importancia considerar un mantenimiento periódico de los equipos y *software* implementados, y las correspondientes mediciones de

tráfico con el fin de determinar y optimizar el desempeño y la calidad de servicio de las redes propuestas.

- Para futuras ampliaciones en las centrales telefónicas de la ciudad de Quito, se recomienda tomar en cuenta el tipo de servicios que podrían ser requeridos por los usuarios, ya que si éstos necesitan sólo servicios de voz, se pueden adquirir equipos con tecnología NGN para conectar los antiguos usuarios ya pertenecientes a la red PSTN, a la red NGN; y los usuarios que requieren sólo voz, conectarlos a los antiguos equipos PSTN, con la finalidad de ganar tanto en usuarios como en servicios.
- Los equipos de la antigua red PSTN que ya no se utilicen en la ciudad de Quito por la introducción de la tecnología NGN, se pueden utilizar en otras provincias del país dentro de la cobertura de Andinatel donde se requiera sólo servicios de voz. Estos equipos se los puede considerar como ampliaciones de las centrales existentes, o se los puede utilizar en nuevas poblaciones donde no existan centrales telefónicas de Andinatel.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] McGRAW – HILL.- Serie de Telecomunicaciones.- “GUÍA COMPLETA DE PROTOCOLOS DE TELECOMUNICACIONES”.- España.- 2 002.
- [2] ESTES, Glen.- “NGN: PREPARING FOR TOMORROW’S SERVICES”.- Revista de Telecomunicaciones de ALCATEL.- 2º Trimestre.- 2 001.
- [3] Ing. FERNÁNDEZ, Marco.- “REDES DE NUEVA GENERACIÓN (NGN)”.- Tecnología – ICE.- Diciembre 2 000.
- [4] www.atmforum.com/meetings/bbx-Apr02.html
- [5] www.protocols.com/voip.htm
- [6] KEAGY, Scott.- “INTEGRACIÓN DE REDES DE VOZ Y DATOS”.- Prentice Hall.- Internacional.- 2001.
- [7] www2.alcatel.es/Review/History.asp
- [8] www.andinatel.com
- [9] Ing. CÉLLERI, Germán.- “TÉCNICAS DE CONMUTACIÓN TELEFÓNICA”.- INCAITEL.- 1994.
- [10] Curso de Entrenamiento IP NGN de Alcatel.- CD ROM.- 2002
- [11] http://geneura.ugr.es/internet/section3_2.html
- [12] SHEPARD, Steven.- “CONVERGENCIA DE LAS TELECOMUNICACIONES”.- McGRAW-Hill.- Segunda edición.- 2002

- [13] "CONVERGENCIA DE SERVICIOS Y SU IMPACTO EN LA ARQUITECTURA Y EVOLUCIÓN DE LA RED: EL EJEMPLO CHINO".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.
- [14] BONNET, G; SHEN, Y.- "NEXT GENERATION TELECOMMUNICATION SERVICES BASED ON SIP".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.- 2° Trimestre 2002
- [15] "FOLLETO DE TELEFONÍA".- Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.- E.P.N.- 2002
- [16] HOWARD, B.; PARIDAENS, B; GAMM, B.- "INFORMATION SECURITY: THREATS AND PROTECTION MECHANISMS".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.
- [17] HOWARD, B.; PARIDAENS, B; GAMM, B.- "SECURITY FEATURES REQUIRED IN AN NGN".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.
- [18] "MEGACO/H.248, MEDIA GATEWAY CONTROL PROTOCOL".- <http://www.efort.com>
- [19] REY, J-F; THYRLAND, C.- "SIP TECHNOLOGY IN THE ENTERPRISE".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel".- 4° Trimestre.- 2002.
- [20] MELIÁN, Jesús; LÓPEZ, Rafael; ARANDA, Pedro.- "REDES IP DE NUEVA GENERACIÓN".- Comunicaciones de Telefónica I+D.- 2002.
- [21] FRELOT, O; TAEYMANS, J.;BONNET, G.- "INTRODUCCIÓN A LAS APLICACIONES DE PRÓXIMA GENERACIÓN".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.- 2° Trimestre 2002.

- [22] VERHOEYEN, M.; UEBELE, R.- "STRATEGY FOR MIGRATION VOICE NETWORKS TO THE NEXT GENERATION ARCHITECTURE".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.
- [23] COLLATZ, C.; DE GROOT, T.; LUFF, E.; PAUTHNER, G.- "INTEGRATED MANAGEMENT SOLUTION FOR NEXT GENERATION NETWORKS".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.
- [24] PIZZICA, Vince; MILNER, Murria.- "TELECOM NEW ZEALAND: PRAGMATIC EVOLUTION TO NEXT GENERATION NETWORKS".- 1° Trimestre.- 2003
- [25] ERICSSON DE COLOMBIA S.A.- "CENTRALES TELEFÓNICAS AXE 10".- Documento para entrenamiento.
- [26] ERICSSON.- "AXE LOCAL 7: MAIN BENEFITS".- Folleto de Ericsson.
- [27] NEC.- "NEAX61Σ^{CX}".- NEC Corporation.
- [28] ERICSSON.- "INTRODUCCIÓN A TRANSGATE 3".- Centro Internacional de Entrenamiento en Telecomunicaciones.
- [29] NEC DO BRASIL S.A.- "NEAX61E: Sistema de Conmutación Digital".- NEC Corporation.- 1986
- [30] "CALIDAD DE SERVICIOS EN LA EMPRESA SIN FRONTERAS".- www.alcatel.com
- [31] DÉSOBLIN, G.; PAPINI, H.- "GESTIÓN SLA: UN DIFERENCIADOR CLAVE PARA LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS".- Revista de Telecomunicaciones de Alcatel.- 3° Trimestre.- 2001
- [32] www.telcordia.com

- [33] www.ss7.com
- [34] ALCATEL.- *"GENERAL DESCRIPTION ALCATEL 1000 E10".- Voice Networks Division – VND.*
- [35] TOMASI, Wayne.- *"SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS".- Segunda edición.- México.- 1 996.*
- [36] www.supertel.gov.ec
- [37] ALCATEL.- *"A STEP-BY-STEP MIGRATION SCENARIO FROM PSTN A NGN".- Technical Paper.- 2 001.*
- [38] ALCATEL.- *"ALCATEL'S VISION ON NEXT GENERATION NETWORKS AND THE WAY TO GET THERE FOR KOREA TELECOM".*
- [39] www.alcatel.com
- [40] ALCATEL.- *"GENERAL DESCRIPTION ALCATEL 1000 MM E10 NEXT GENERATION SWITCH".*
- [41] ALCATEL.- *"ALCATEL 1000 MM E10 MEDIA GATEWAY CONTROLLER".*
- [42] www.conatel.gov.ec
- [43] www.andinadatos.com.ec
- [44] ING. RIFFO, S. ; ING. GUALOTUÑA, D.- *"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA RED DE ÁREA METROPOLITANA BASADA EN TECNOLOGÍA GIGABIT ETHERNET COMO INFRAESTRUCTURA PARA OFRECER LOS SERVICIOS DE CARRIER EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO".- Proyecto de Titulación.- 2004.*

- [45] ING. MERA, D. ; ING. PABÓN, B. .- “ESTUDIO Y DISEÑO DE LAS REDES ÓPTICAS WDM (*WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING*) Y SU APLICACIÓN EN REDES DE ACCESO”.- Proyecto de Titulación.- 2002.

A.1 TRÁFICO TELEFÓNICO [15].

En general se entiende por tráfico telefónico el proceso de llegadas y liberaciones de las demandas de los órganos de una red telefónica.

La unidad de medida de la intensidad de tráfico es el Erlang (E) y se define como el número de órganos ocupados en unas condiciones dadas. Por ejemplo, 1 Erlang es igual a 1 circuito ocupado durante una hora.

A.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE TRÁFICO TELEFÓNICO.

- VOLUMEN DE TRÁFICO.

El volumen de tráfico matemáticamente se define como la integral del tráfico instantáneo a lo largo de un intervalo de tiempo. Siendo el tráfico instantáneo el número de órganos ocupados en un instante dado. La unidad de medida del volumen de tráfico es E x h (Erlang x hora).

Volumen de tráfico = Número de llamadas x Duración de la llamada, o se puede decir también, que es igual a la suma de las duraciones de las ocupaciones de los órganos.

INTENSIDAD DE TRÁFICO.

Es el valor más utilizado en los cálculos de dimensionamiento de la red telefónica. Es una magnitud sin dimensión cuya unidad de medida es el Erlang (E). El número de Erlangs es el número de órganos ocupados, o el número esperado de órganos ocupados.

$$\text{Intensidad de tráfico} = \frac{n \times t_m}{T}$$

n = Número de llamadas

t_m = Duración promedio de la llamada

T = Tiempo de observación (generalmente T = 3600seg)

- **DENSIDAD DE TRÁFICO.**

La densidad de tráfico es igual a la intensidad de tráfico multiplicada por el período de observación.

$$\text{Densidad de tráfico} = A \times T$$

A = Intensidad de tráfico

T = Tiempo de observación (generalmente $T = 3600\text{seg}$)

- **HORA CARGADA.**

Es el período de tiempo continuo de una hora de duración comprendida enteramente en el intervalo de tiempo en que el volumen de tráfico o el número de tentativas de llamada son máximos.

La tentativa de llamada se define a su vez como la tentativa de lograr una conexión con uno o más dispositivos acoplados a la red de telecomunicaciones.

- **BHCA (Busy Hour Call Attempt).**

Expresa el número de tentativas de llamada en la hora cargada (o también llamada hora pico).

- **TIEMPO DE OCUPACIÓN.**

Es el tiempo transcurrido entre la toma de un órgano y su liberación.

Si se toma la media aritmética de los tiempos de ocupación de un órgano o de un grupo de órganos durante un período de observación entonces tenemos el tiempo medio de ocupación.

- **TRÁFICO OFRECIDO.**

Es el tráfico teórico que puede cursar un conjunto de órganos, para el caso de una central telefónica es el tráfico que puede procesar de acuerdo a su diseño y viene especificado. Este tipo de tráfico no se lo puede medir.

- **TRÁFICO CURSADO.**

Es el tráfico atendido por un grupo de órganos, es el tráfico real que soportan los órganos y que puede ser medido.

- **TRÁFICO PERDIDO.**

Es el tráfico que no es cursado por el grupo de órganos.

$$\text{Tráfico perdido} = \text{Tráfico ofrecido} - \text{Tráfico cursado.}$$

- **TRÁFICO EFICAZ.**

Tráfico correspondiente únicamente al tiempo de conversación de las tentativas de llamada completadas.

- **TRÁFICO DE DESBORDAMIENTO.**

La parte del tráfico ofrecida a un conjunto de órganos que no es cursada por dicho conjunto de órganos.

- **MATRIZ DE TRÁFICO.**

Es la presentación estructurada del tráfico entre cierto número de orígenes y destinos.

- **TRÁFICO DE ORIGEN.**

Tráfico generado dentro de la red considerada, con independencia de su destino.

- **TRÁFICO DE DESTINO.**

Tráfico cuyo destino pertenece a la red considerada, con independencia de su origen.

- **TRÁFICO INTERNO.**

Tráfico con origen y destino pertenecientes a la red considerada.

- **TRÁFICO ENTRANTE.**

Tráfico que entra a la red considerada desde su exterior, con independencia de su destino.

- **TRÁFICO SALIENTE.**

Tráfico que, con independencia de su origen, sale de la red considerada y está destinado a sumideros externos a dicha red.

- **TRÁFICO DE TRÁNSITO.**

Tráfico que pasa a través de la red considerada.

- **CONGESTIÓN.**

Es el estado del sistema telefónico caracterizado por la ocupación de todos los órganos. Existen dos aspectos de la congestión:

- **Congestión de llamadas (C).**

Es la probabilidad (expresada en porcentaje) de que las llamadas en su tentativa de toma de un grupo de órganos encuentre todos ellos ocupados.

Se calcula:

$$C = \frac{P}{N}$$

P = Número de tentativas de llamadas que encuentran todos los órganos ocupados.

N = Número total de tentativas de llamadas.

- **Congestión de tiempo (Bt).**

Es la proporción del tiempo en relación al período de observación en que todos los órganos permanecen ocupados.

$$Bt = \frac{\sum t}{T}$$

Σt = Sumatorio de los períodos de tiempo en que todos los órganos se encuentran ocupados.

T = Período de observación.

A.3 VARIACIONES DEL TRÁFICO TELEFÓNICO.

El tráfico telefónico varía de un período a otro de manera no uniforme, de acuerdo a las necesidades de los usuarios, estas variaciones ocurren hora por hora, día por día, mes por mes, estación por estación, etc.

Las causas de estas variaciones son variadas, se puede citar las más importantes:

- Actividades periódicas (horarios de trabajo) en regiones o localidades.
- Feriados o días festivos como navidad, año nuevo, etc.
- Comportamiento del usuario.

Tomando muestras de las variaciones de tráfico durante un día, se puede establecer la hora pico de tráfico. A fin de establecer la hora pico la UIT-T realizó recomendaciones sobre mediciones de tráfico. Una forma de realizarlo es como sigue: Se realiza mediciones de tráfico durante 5 días útiles consecutivos con lecturas cada 15 minutos. Se establece el tráfico medido para cada hora cada 15 minutos y la hora que posee el máximo valor de tráfico es la hora pico.

También se puede establecer las variaciones del tiempo de ocupación de las llamadas en un día; por lo general, se observa que las llamadas duran más en la noche que durante el día, esto sucede, porque existen tarifas reducidas por la noche, entre otros aspectos.

A.4 GRADO DE SERVICIO.

Es el conjunto de variables de ingeniería de tráfico utilizadas para tener una medida de la aptitud de un grupo de órganos en condiciones especificadas. Estas variables pueden ser la probabilidad de pérdida, demora en el tono, etc.

Los valores de los parámetros establecidos como objetivos para el grado de servicio se denominan Normas de Grado de Servicio.

La situación ideal de un sistema telefónico sería que:

$$\text{Tráfico ofrecido (A}_o\text{)} = \text{Tráfico Cursado (A}_c\text{)}.$$

Sin embargo en la realidad, se tiene que:

$$A_o > A_c$$

De acuerdo a las variaciones de tráfico, surge la necesidad de establecer modelos matemáticos para el comportamiento de los usuarios y la generación de tráfico, uno de ellos (el más utilizado) es el Aleatorio y que sigue la denominada curva de *Poisson* (método estadístico). De acuerdo a este modelo se desarrolló la fórmula B de Erlang y que se encuentra calculada en las tablas de tráfico, muy utilizada para el dimensionamiento de circuitos.

A.5 CONDICIÓN DE SOBRECARGA.

Una central telefónica deberá estar dimensionada para soportar un incremento del 20% en tráfico y 40% en BHCA sobre los valores de carga normal.

A.6 DENSIDAD TELEFÓNICA.

Se define la densidad telefónica como el número de líneas telefónicas por cada 100 habitantes. Este es un parámetro muy utilizado para indicar el grado de desarrollo de la telefonía en un país.

A.7 DEFINICIONES RELATIVAS AL ENCAMINAMIENTO DE UNA COMUNICACIÓN.

- CIRCUITO.

Par de canales complementarios con equipos asociados que terminan en dos centros de conmutación. El circuito se llama nacional cuando conecta centrales del mismo país, e internacional cuando conecta centrales de distintos países.

- HAZ DE CIRCUITOS.

Conjunto de circuitos concebidos como una unidad de encaminamiento de tráfico.

- HAZ DE CIRCUITOS DE PRIMERA ELECCIÓN.

Con respecto a una corriente de tráfico dada, es el haz de circuitos al que primero se ofrece esa corriente.

- HAZ DE CIRCUITOS DE GRAN UTILIZACIÓN.

Haz de circuitos que, por consideraciones de tráfico, está dimensionada para que desborde hacia uno o varios haces de circuitos; un haz de circuitos de gran utilización está deliberadamente dimensionado de modo que sin estos otros haces de circuitos (es decir, rutas de desbordamiento), ofrezca un nivel de congestión que se considera inaceptable.

- **HAZ FINAL DE CIRCUITOS.**

Haz de circuitos que recibe el tráfico de desbordamiento, pero no tiene la posibilidad de desbordar hacia otro haz. Puede cursar también tráfico de primera elección para el que se dice que está totalmente provisto.

- **HAZ DE CIRCUITOS DE UNA RUTA ÚNICA.**

Haz de circuitos que constituye una ruta única para todos los lotes de tráfico que cursa. Se dice que está totalmente provisto para cada uno de ellos.

- **HAZ DE CIRCUITOS DE ÚLTIMA ELECCIÓN.**

Con respecto a una corriente de tráfico, haz de circuitos que no tiene la posibilidad de desbordar hacia otro haz. Es igual al haz final de circuitos.

- **RUTA.**

Conjunto de circuitos o de circuitos interconectados entre dos puntos de referencia tal, que el encaminamiento de una llamada por este conjunto está plenamente controlado desde el primer punto de referencia.

- **ENCAMINAMIENTO.**

Ruta o serie de rutas que se utilizan para establecer un trayecto para una llamada.

- **ENCAMINAMIENTO DE TRÁFICO.**

La elección de una o más rutas para una corriente de tráfico determinada; este término es aplicable a la elección de ruta por sistemas de conmutación u operadora, así como a la planificación de rutas.

B.1 AXE 10 – ERICSSON [25].

El sistema AXE tiene una construcción modular en cuatro niveles: 1) Sistema; 2) Subsistema; 3) Bloque Funcional; y, 4) Unidad Funcional. Cada uno de estos niveles desconoce lo que ocurre en un nivel más bajo, lo único que conoce es qué información llega desde allí, simplificando de esta manera, el trabajo de diseño y especificación.

a) SISTEMA.

AXE en el nivel de sistema consta de un sistema de procesamiento de datos APZ 210 y un sistema de conmutación APT 210.

El APZ 210 es lo que se conoce como un sistema de un solo procesador, en el cual el procesador central, tiene como ayuda un número de procesadores regionales. Además, el APZ 210 se emplea para controlar al APT 210.

b) SUBSISTEMAS.

Subsistemas en APT 210.

- SSS Subsistema de Conmutación de Abonado: se encarga del trabajo en relación con los abonados de la central.
- GSS Subsistema de Conmutación de Grupo: su función es establecer las conexiones a través de la red de conmutación de grupo. GSS contiene matrices de relés de lengüeta o un selector de grupo digital.
- TSS Subsistema de Señalización de Repetidores: se encarga de todo el intercambio de información por las líneas hacia y desde otras centrales.
- TCS Subsistema de Control de Tráfico: se encarga del encaminamiento de la llamada.
- CHS Subsistema de Tasación: se encarga de la tasación de llamadas.
- OMS Subsistema de Operación y Mantenimiento: se encarga de la supervisión del sistema de conmutación APT, búsqueda de fallas, etc.

Subsistemas en APZ 210.

- RPS Subsistema de Procesadores Regionales: se encarga de aquellos programas que en su función son simples y de carácter rutinario, pero que generalmente exigen una capacidad considerable.
- CPS Subsistema de Procesador Central: se encarga de aquellos programas que en su función son complicados y que requieren un avanzado procesamiento de datos.
- IOS Subsistema de Entrada/Salida: se hace cargo de las órdenes y de los mensajes impresos entre el sistema AXE y el personal.
- MAS Subsistema de Mantenimiento: supervisa al sistema de procesamiento de datos APZ 210.

c) BLOQUE FUNCIONAL.

Cuando un abonado llama, varios bloques funcionales participan en diversos procesos. Por ejemplo, el bloque funcional AJ (funciones de circuito de cordón A) del subsistema SSS, se puede observar en el siguiente gráfico:

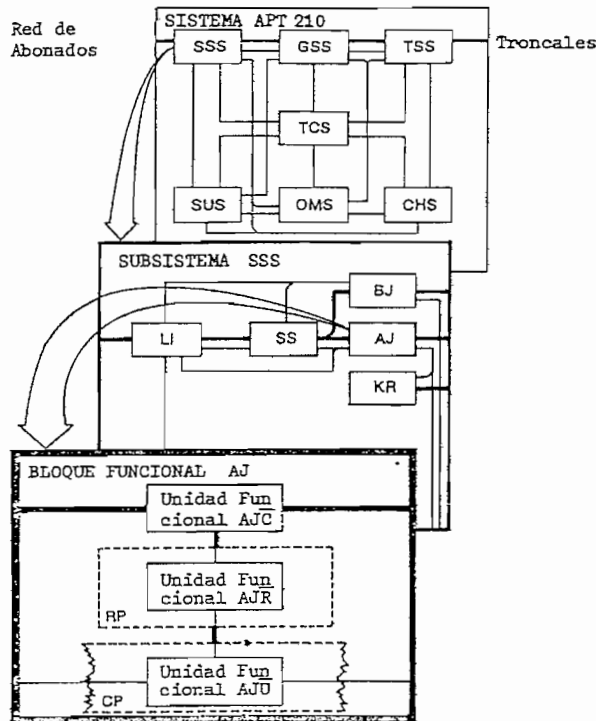


Figura B.1 Bloque funcional AJ [25].

El bloque funcional AJ consta de *hardware* (AJC) y de *software* regional (AJR) y central (AJU). Los programas regionales en AJ, entre otras cosas se encargan de la exploración de los AJC incluidos en las conexiones establecidas. De esta forma se detectan las llamadas terminadas.

Los programas centrales, que toman decisiones, indican por ejemplo cuando se ha de conectar el tono de control de llamada.

B.2 TRANSGATE 3 – ERICSSON [28].

La central Transgate 3 puede desplegarse de diversas maneras como se ve en la siguiente figura:

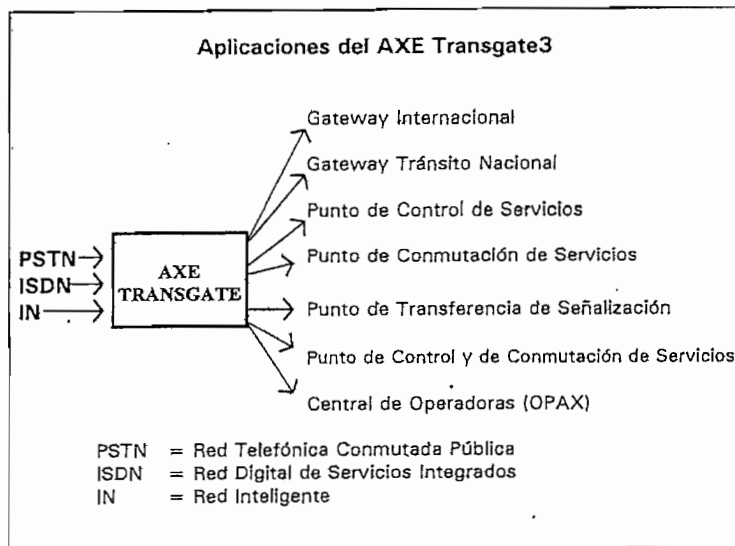


Figura B.2 Aplicaciones del AXE Transgate3.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA FUENTE ATP 210 11/5 [28].

El sistema de conmutación APT 210 11/5 consiste de un total de 14 subsistemas. Para aplicaciones de tránsito tiene como subsistemas requeridos: GSS, OMS, TCS, SSS, SCS, TSS. Y como subsistemas opcionales: CCS, CHS, ESS, NMS, RMS, STS, SES.

A continuación se presenta una breve descripción de estos subsistemas para poder entender su funcionalidad.

- **GSS – Subsistema selector de grupo.**

La Red de Conmutación de Grupo (GSN) en el GSS ejecuta la conmutación entre los buses multiplexados en tiempo y establece trayectorias entre los dispositivos en el SSS, TSS, ESS y CCS.

Tanto los sistemas PCM como los circuitos analógicos pueden estar conectados al selector el cual tiene una estructura Tiempo-Espacio-Tiempo. La conmutación en tiempo se realiza a través de los búffers de memoria y la conmutación en espacio por matrices electrónicas de punto de cruce. El subsistema GSS también incluye la Sincronización de la Red.

- **OMS – Subsistema de operación y mantenimiento.**

OMS consiste de un número de funciones las cuales están agrupadas bajo los siguientes puntos:

- Supervisión: Funciones para la supervisión permanente del tráfico actual, por ejemplo, supervisión de bloqueo.
- Prueba y Localización de Fallas: Funciones para hacer pruebas y localizar fallas en conjunción con alarmas o reportes de fallas.
- Administración: Funciones para la administración continua del APT, incluyendo la administración de los datos de central, los datos de ruta y de los datos de abonado; por ejemplo, la definición de la localización física de las unidades de *hardware* dentro de la central.
- Mediciones de tráfico: Funciones para la colección de los datos de tráfico desde los bloques de manejo del tráfico, los cuales contienen contadores que son escaneados regularmente. Los datos son procesados y se genera un impreso de los resultados; por ejemplo, el registro de datos por llamada.
- Estadísticas: Funciones para la colección de estadísticas sobre los datos de tráfico; por ejemplo, estadísticas de la calidad del servicio y observación del tráfico.

- **TCS – Subsistema de control de tráfico.**

TCS controla y coordina todas las actividades principales en diferentes partes del sistema. Está involucrado en las fases de establecimiento, supervisión y desconexión de una llamada. Funciones tales como la recepción de dígitos, el

análisis de dígitos, el análisis de rutas, selección de trayectorias, el envío de dígitos, la supervisión y desconexión de una llamada, se llevan a cabo en su totalidad dentro del subsistema TCS o bien, son coordinadas por éste.

SSS – Subsistema paso de abonado.

El subsistema SSS establece y libera conexiones en la Red de Conmutación de Abonado, maneja las señales hacia los abonados, supervisa el estado de las líneas de abonado.

El subsistema SSS realiza tres tipos de funciones: de Acceso, de Conmutación y de Mantenimiento.

También puede manejar sistemas flexibles de acceso con características y beneficios tales como:

- Selección de una conexión por cobre, fibra o radio.
- Interface Digital de 2 Mb/s hacia la central Local AXE (HOST).
- Costos menores de la red de acceso y de los servicios.
- Mayor flexibilidad en el servicio.

• **SCS – Subsistema de control de abonado.**

Contiene las funciones para el manejo del tráfico y coordina los servicios y las solicitudes de los servicios suplementarios, para los abonados conectados a la etapa de abonado digital. Es decir, ISDN PRA (30B + D).

• **TSS – Subsistema de señalización y troncal.**

El propósito de TSS es manejar el tráfico entre las centrales de la red. Consiste de funciones para la supervisión y la señalización sobre las troncales además de acoplar el AXE 10 a los varios sistemas de señalización y troncal que están en uso en la red.

TSS realiza todas las “traducciones” entre las señales de software internas y externas. Consecuentemente, el uso de diferentes sistemas de señalización de línea y de registro normalmente no afectará a otros subsistemas.

Tanto TUP como ISUP están implementadas en TSS. TUP soporta las funciones básicas de telefonía de los abonados POTS. ISUP soporta las funciones básicas y suplementarias de ISDN y provee la herramienta por

medio de la cual la información de ISDN puede ser transportada entre los nodos ISDN utilizando el sistema de señalización SS7.

- **CCS – Subsistema de señalización de canal común.**
El subsistema CCS implementa las funciones para el Sistema de Señalización No. 7 en el AXE Transgate 3.
El sistema SS7 está optimizado para ser utilizado en un ambiente digital y sirve para intercambiar señales entre centrales digitales a 64 Kbit/s.

- **CHS – Subsistema de tasación.**
Contiene funciones de tasación y contabilidad. Tanto los métodos de tasación detallada (*toll ticketing*) como de medición de pulsos (*pulse metering*) son manejados. La tasación normal de las llamadas se realiza utilizando cualquiera de los dos métodos o una combinación de ambos.

- **ESS – Subsistema de conmutación extendido.**
Contiene funciones que se utilizan para enlazar a más de dos usuarios en conferencia al mismo tiempo además de otras funciones para el anuncio de mensajes grabados. Estas funciones son:
 - Anuncios Masivos: Permite a muchos abonados escuchar simultáneamente un mensaje desde una fuente de información; por ejemplo, una máquina de mensajes. El número de oyentes de un mensaje puede ser de 750, 1000 o 3000, dependiendo del modo de operación.
 - Difusión (*Broadcast*): Permite la distribución masiva de mensajes.
 - Sistema “MultiJuntor”: Permite la conexión de más de dos usuarios al mismo tiempo en una llamada, por ejemplo, una llamada de conferencia.
 - Anuncios: Se utiliza para la transmisión de anuncios grabados o de tonos de información hacia un abonado.

- **NMS – Subsistema de administración de la red.**
El propósito de este subsistema es el del manejo eficiente de la red y detectar las situaciones de sobrecarga y sobreflujo. Contiene funciones para la

supervisión de la red sobre una base de tiempo real y controla el flujo del tráfico a través de acciones ~~automáticas~~ y manuales.

Las funciones del NMS están divididas en dos tipos: de información y de control, y están implementadas sobre una base de ruta/destino.

Las funciones de información proporcionan datos sobre la situación del tráfico en la red. Las funciones de control ~~permiten~~ que el flujo del tráfico ~~sea~~ controlado o pueden ser usadas para ~~controlar~~ los recursos accesibles de manejo del tráfico.

- **RMS – Subsistema de medición remota.**

Contiene funciones para llevar a cabo las mediciones de los circuitos telefónicos intercentrales. Las mediciones se inician por medio de comandos y pueden ser ejecutadas automáticamente o bien, con la asistencia de un operador en un extremo remoto.

En circuitos mixtos, es decir, analógico/digitales, se pueden hacer mediciones sobre el nivel de señal, el ruido y la transmisión de tonos. Sobre circuitos digitales, las mediciones se pueden llevar a cabo sobre la tasa de errores de bit y sobre la transmisión de patrones de bit.

- **STS – Subsistema de medición de tráfico y estadísticas.**

Su propósito es crear un sistema general de colección de datos estadísticos y de procesamiento para todos los tipos de aplicaciones de manejo de tráfico y de mantenimiento. Contiene funciones para colección, almacenamiento, procesamiento y presentación de estadísticas.

- **SES – Subsistema de provisión de servicios.**

Comprende funciones para la implementación de los servicios de la red de acuerdo al concepto de la arquitectura de la Red Inteligente, independientemente de la implementación de la red sobre la cual éstos interactúan.

PASO DE ABONADO EN TRANSGATE 3.

El Paso de Abonado está constituido por dos subsistemas: SSS o Subsistema Paso de Abonado y, SCS o Subsistema de Control de Abonado. El Subsistema Paso de Abonado provee la interfaz entre el abonado en una red fija y el resto de las funciones en una central.

Las funciones principales del Subsistema Paso de Abonado son las siguientes:

- *Acceso.*

Un SSS totalmente implementado provee diferentes tipos de accesos a los abonados; por ejemplo; acceso analógico (PSTN), Acceso Básico y Primario (ISDN), además de accesos integrados.

- *Conmutación.*

La voz o los datos de los abonados pueden ser internamente conmutados dentro del paso de abonado o bien, ser dirigidos hacia el selector de grupo.

La central de abonado concentra el tráfico desde muchas líneas de abonados sobre uno o varios enlaces de Modulación de Códigos de Pulso (PCM) hacia el Subsistema Conmutación de Grupo (GSS).

Las funciones de conmutación en SSS son manejadas por la unidad de Conmutación de Tiempo la cual concentra el tráfico desde los diferentes tipos de acceso hacia el selector de grupo en la central. En la dirección opuesta, el tráfico desde el Selector de Grupo se expande hacia los diferentes tipos de acceso conectados al SSS.

Mantenimiento.

Las funciones de mantenimiento en SSS supervisan todas las interfaces SSS internas y externas, así como también los conmutadores de tiempo (los cuales están incluidos en la función de conmutación).

Para la función de Conmutación, algunos bloques funcionales en SSS manejan la supervisión de los Conmutadores de Tiempo. Estos bloques

analizan las señales de error las cuales son enviadas desde el hardware, iniciando un bloqueo automático de las unidades que se sospechen tengan fallas además del envío de alarmas y del manejo de comandos para iniciar las pruebas que se necesiten. Estos bloques funcionales no son particulares al tipo de acceso en el SSS.

B.3 NEAX61E SISTEMA DE CONMUTACIÓN DIGITAL – NEC [29].

El sistema NEAX61E es un sistema de conmutación digital con control por programa almacenado y multiplexación por división en el tiempo.

El sistema NEAX61E es un sistema con amplio rango de aplicaciones en conmutación. Puede manejar tanto las grandes necesidades en capacidad de las áreas urbanas como un bajo volumen de conmutación de las áreas rurales empleando el mismo *hardware* y *software*. Además puede utilizarse como una central internacional, de tránsito, interurbana o una combinación interurbana y urbana, así como satisfacer los requisitos especiales de la telefonía móvil o sistema de servicio de asistencia de tráfico (TASS).

La siguiente figura muestra el rango total de las posibles aplicaciones del NEAX61E, incluyendo casos especiales, tales como ISDN (Red Digital de Servicios Integrados), INMARSAT (Satélite Marino), DOMSAT (Satélite Doméstico), MTS (Telefonía Móvil) y PAGING (Servicio de Buscapersonas).

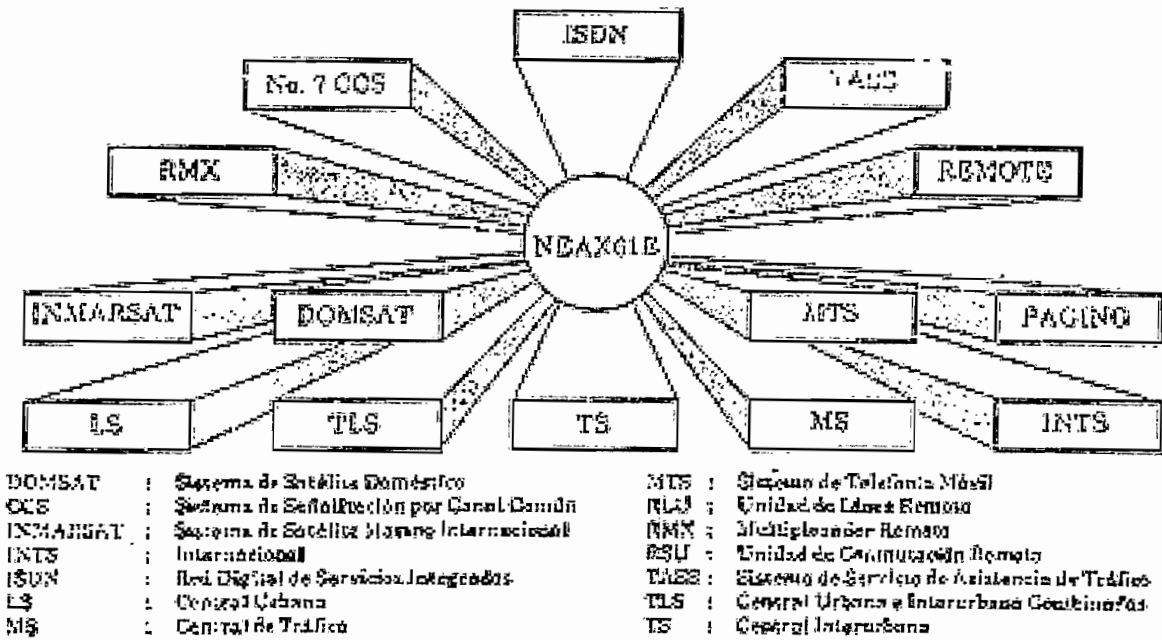


Figura B.3 Aplicaciones del NEAX61E [29].

La siguiente Tabla, por otro lado, muestra el rango de capacidad del sistema.

APLICACIÓN	MÁXIMO NÚMERO DE LÍNEAS	CAPACIDAD MÁXIMA DE TRÁFICO	CAPACIDAD MÁXIMA DE MANEJO DE LLAMADAS
Central Urbana	100.000 líneas	27.000 erlangs	700.000 BHCA
Unidad de Conmutación Remota	10.000 líneas	1.000 erlangs	—
Unidad de Línea Remota	4.000 líneas	336 erlangs	—
Multiplexador Remoto	96 líneas	—	—
Central de Tránsito/Interurbano	60.000 circuitos	27.000 erlangs	700.000 BHCA
Central Internacional	30.000 circuitos	27.000 erlangs	700.000 BHCA
Central para Telefonía Móvil	100.000 líneas	27.000 erlangs	700.000 BHCA
Sistema de Servicio de Asistencia de Tráfico	200 posiciones	—	—

Nota: Las capacidades están calculadas en base a un modelo de condiciones de tráfico. Los valores acción indicados podrán variar bajo otras condiciones de tráfico.

Tabla B.1 Rangos de aplicación y capacidad del NEAX61E [29].

La arquitectura del sistema de conmutación NEAX61E se puede clasificar básicamente como “constitución por bloques”. Un sistema tiene una arquitectura de constitución por bloques cuando puede cubrir un rango de aplicaciones y capacidades agregando módulos adicionales sin cambiar el sistema fundamental.

El hardware del sistema NEAX61E está constituido por cuatro subsistemas funcionales: un Subsistema de Aplicación, un Subsistema de Conmutación, un Subsistema de Procesador, y un Subsistema de Operación y Mantenimiento.

El Subsistema de Aplicación provee un interfaz estándar entre la red telefónica y los subsistemas de Conmutación y Procesador y puede ser configurada de manera que se ajuste a los requisitos del sistema de conmutación especificados por el cliente.

La función principal del Subsistema de Conmutación es conectar el canal entrante con el canal saliente para establecer una vía de conversación entre abonados, entre abonado y troncal o entre troncales.

El Subsistema de Procesador controla las tareas concernientes al procesamiento de llamadas y ala operación y mantenimiento, así como las funciones de señalización por canal común.

El Subsistema de Operación y Mantenimiento provee la comunicación hombre-máquina y permite la entrada de comandos y la salida de datos para mantenimiento y administración rutinarios.

B.4 ALCATEL 1000 E10 (OCB283) – ALCATEL [34].

El ALCATEL 1000 E10 es un sistema multi-aplicación que da servicio a toda la gama de centrales, desde el centro de abonados más pequeño hasta la central de tránsito más grande. Se adapta a todos los emplazamientos del centro urbano con mayor densidad de habitantes a las zonas menos pobladas, y a todos los climas, de las regiones nórdicas a las zonas ecuatoriales y tropicales.

Su explotación puede ser local o común a varios conmutadores, e incluso a las dos a la vez. Ofrece todos los servicios de la moderna comunicación: telefonía básica, RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), Centrex, Radiotelefonía Celular Digital y todas las aplicaciones de las redes inteligentes; esto se puede ver en la siguiente figura:

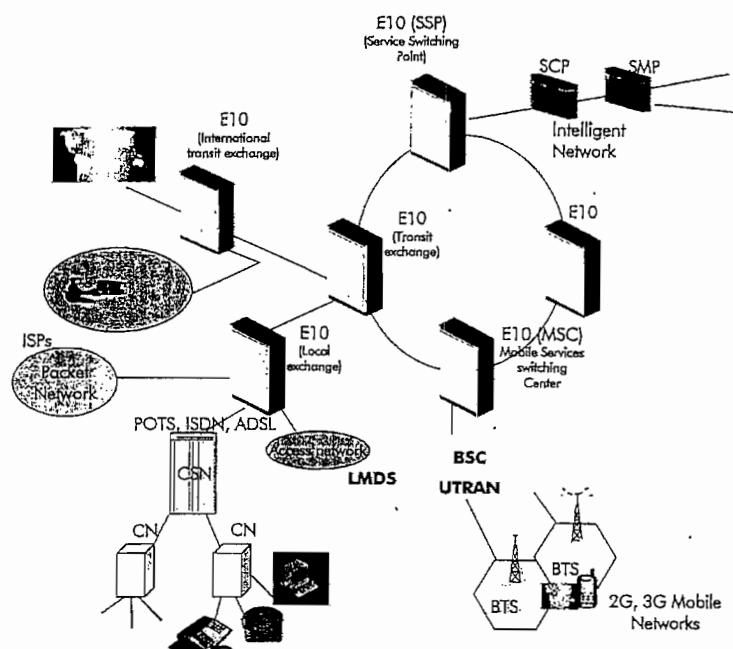


Figura B.4 Esquema de aplicaciones del ALCATEL 100 E10 en un mismo bloque [34].

a) REDES FIJAS EN ALCATEL 1000 E10.

En las redes fijas, al sistema ALCATEL 1000 E 10 se lo puede aplicar de las siguientes maneras:

- Centro satélite.
- Centro local de abonados.
- Centro de tránsito (urbano, interurbano, terminal internacional).
- Centro mixto local/tránsito.
- Centro Tandem.
- Centrex (privado, público).

La capacidad de procesamiento máxima del sistema es de 220 TA/s, bajo un régimen de carga B del CCITT (Q 543), que es lo mismo que 800.000 BHCA.

La capacidad de la matriz central de conexión alcanza los 2048 PCM, lo que permite:

- Soportar hasta 25 000 Erlangs (en carga B del CCITT (Q 543)).
- Conectar hasta 200 000 abonados.
- Conectar hasta 60 000 circuitos.

El sistema tiene además, mecanismos de regulación sofisticados que permiten evitar la saturación, en caso de una sobrecarga excepcional. Estos mecanismos, repartidos al nivel de cada recurso del sistema, se basan en el recuento de la cantidad de llamadas presentes y aceptadas, así como en observaciones de carga de los procesadores (tasas de ocupación, cantidad de elementos en cola de espera).

Para la conexión a la línea de abonado en el ALCATEL 1000 E10 se utiliza el denominado CSN, que consiste de unidades de control y conexión y módulos de concentración de líneas llamados CN (*digital concentrators*). Dependiendo de los requerimientos los CNs son instalados cerca o distantes de la unidad CSN. De la misma manera, el CSN puede conectarse de forma directa o remota a la Matriz Central de Conexión a través de enlaces PCM estándares.

b) REDES MÓVILES EN ALCATEL 1000 E10.

El conmutador ALCATEL 1000 E10 combinado con un Punto de Control de Radio (*RCP o Radio Control Point*) da como resultado un Centro de Conmutación Móvil (*MSC o Mobile Switching Centre*) para un aplicación GSM. Los datos de los abonados en el área de cobertura del MSC son registrados a través de un Registro de Ubicación del Visitante (*VLR o Visitor Location Register*) incorporado en el RCP, como se puede ver a continuación:

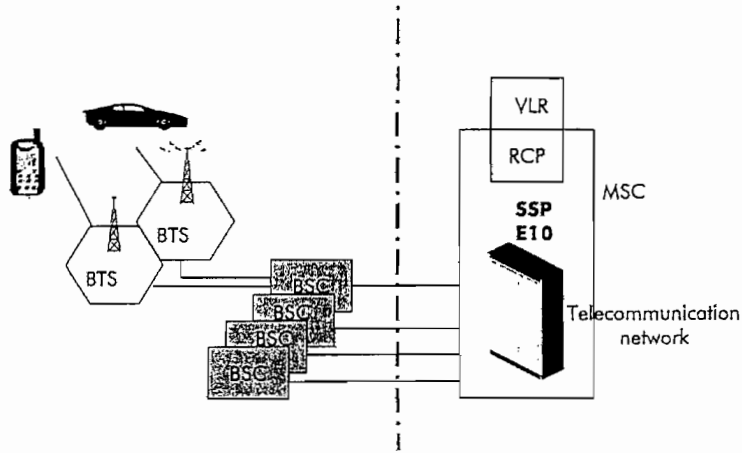


Figura B.5 Redes móviles con el sistema ALCATEL 1000 E10 [34].

c) RED INTELIGENTE.

A través de la Red Inteligente se ofrecen servicios como: Pago por tarjeta, número personal universal, red privada virtual, etc.

La introducción de la Red Inteligente en la arquitectura de la Red de Telecomunicaciones es diseñada para centralizar los servicios de datos y su procesamiento en los servidores. El MCX y los servidores se comunican a través de interfaces estándares.

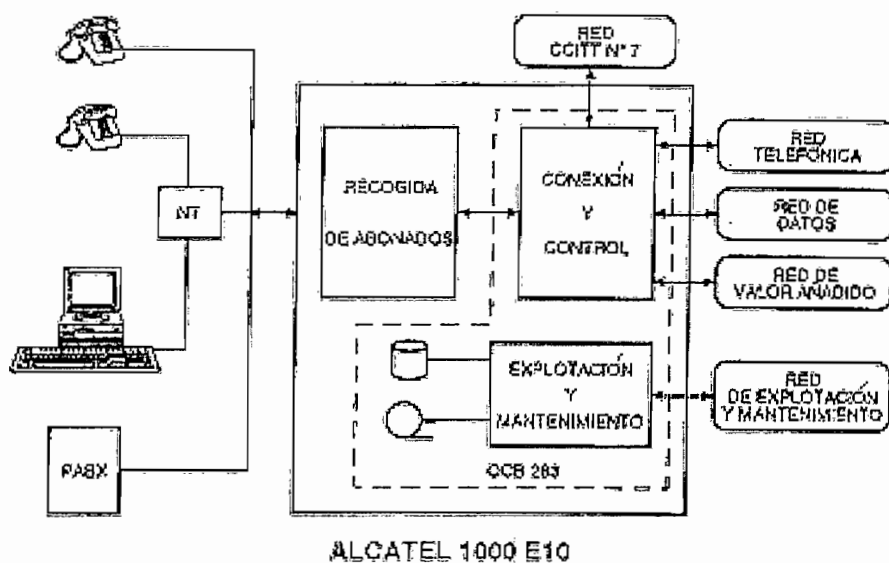
El ALCATEL 1000 E10 es un punto de acceso a la Red Inteligente que sirve como un Punto de Conmutación de Servicios (*SSP* o *Service Switching Point*) y se comunica con los Puntos de Control de Servicios (*SCP* o *Service Control Points*).

El diálogo entre un SSP y un SCP se realiza por medio de la red de señalización usando el Protocolo de Aplicación de la Red Inteligente (*INAP* o *Intelligent Network Application Protocol*).

ARQUITECTURA FUNCIONAL.

El sistema ALCATEL E10B, ubicado en el centro de las redes de telecomunicación pertinentes, está formado por tres bloques funcionales independientes:

- Recogida de abonados: que lleva a cabo la conexión de los bucles de abonados analógicos y digitales.
- Conexión y Control: que realiza las conexiones y el procesamiento de las llamadas.
- Explotación y Mantenimiento: que controla todas las funciones necesarias para la explotación de la red.



- PABX : Private Automatic Branch Exchange (conmutador privado)
 NT : Network Termination (terminación de red)

Figura B.6 Desglose funcional General del Alcatel 1000 E10 [34].

MATRIZ CENTRAL DE CONEXIÓN (MCX).

La MCX es una matriz de conexión cuadrada, con una única etapa temporal T, duplicada íntegramente, que permite conectar hasta 2 048 Líneas de

Red (LR). Una LR es un PCM interno, con 16 elementos binarios (eb) por canal (32 canales).

La MCX puede realizar:

- Una conexión unidireccional entre un canal de entrada (CE) cualquiera y un canal de salida (CS) cualquiera. Puede haber tantas conexiones simultáneas como canales de salida. Hay que recordar que conexión consiste en asignar a un canal de salida j la información contenida en un canal de entrada i .
- La conexión entre un canal de entrada cualquiera y M canales de salida cualesquiera.
- La conexión de N canales de entrada con la misma estructura de trama de un múltiplex cualquiera con N canales de salida pertenecientes a la misma estructura de trama respetando la integridad y la secuencia de la trama recibida. Esta función se llama "conexión a $N \times 64$ kbit/s".

C.1 PROTOCOLOS DE RED PARA NGN.

PROTOCOLO IPv4 [20].

Este protocolo está bien asentado comercialmente, pero se le atribuyen tres deficiencias:

1. No soporta la calidad de servicio.
2. No es seguro.
3. Tiene un campo de direccionamiento limitado.

En cuanto al primer aspecto se puede decir que IPv4 sí soporta la calidad de servicio, aunque el verdadero problema es que hasta ahora no se ha implementado en los equipos de red de forma general. Además, los aspectos de calidad de servicio y seguridad no son realmente problema del protocolo de red, sino del modelo de red. Por tanto, los requisitos de calidad de servicio y seguridad no son responsabilidad del protocolo.

En el caso particular de la calidad de servicio, existe un requisito que involucra al protocolo y es la codificación de las jerarquías de tráfico, que en el caso de IPv4 estará soportado por el campo ToS de 8 bits. Cuando este campo se utiliza directamente está estructurado en 2 partes: 3 bits de "*precedence*" para codificar la prioridad y 4 bits para codificar el "*type of service*". Si este campo es utilizado para DiffServ se emplean 6 bits, que codifican el DSCP (*Differentiate Service Code Point*) según lo especificado por dicho estándar.

En lo relativo al plan de numeración, IPv4 es uno de los pilares que soporta Internet, existiendo unas directrices claras para establecer dicho plan de numeración. Cuando una red proporciona servicios a una colectividad específica de clientes, desde el punto de vista de Internet, ésta forma una red privada y su plan de numeración tiene un espacio de direccionamiento bien definido, de modo que:

- En el rango de direcciones clase A es 10/8.

- En el rango de direcciones clase B es 172.16/12.
- En el rango de direcciones clase C es 192.168/16.

El acceso de un cliente de esta red a Internet deberá hacerse con direcciones públicas. En consecuencia, el espacio de direccionamiento privado contiene 16 millones de direcciones IP posibles, lo cual es escaso si se considera que la eficiencia de la asignación de direcciones a los clientes está condicionada por su distribución geográfica, por lo que la eficiencia nunca será muy alta.

En lo relativo a la numeración multicast la situación es similar, siendo el rango de numeración privado 239.128/9. En este caso el espacio de numeración es suficientemente amplio, ya que, a diferencia del direccionamiento unicast que identifica las interfaces de acceso al cliente, en este caso se identifican flujos multicast.

PROTOCOLO IPv6 [1].

Esta versión del protocolo IP tiene por objeto resolver las supuestas deficiencias de la versión IPv4. No obstante, ya se ha analizado que de todas ellas sólo las relativas al espacio de numeración y la movilidad IP son atribuibles al propio protocolo.

Los cambios más importantes del protocolo IPv6 son:

- Definición de un campo "*traffic class*" de 4 bits y otro de "*flow label*" de 20 bits. Se puede decir, en líneas generales, que sustituyen al campo ToS de 8 bits en IPv4, con objeto de soportar QoS.
- Ampliación de los campos de dirección de 4 bytes (en IPv4) a 16 bytes.
- Integración de un modelo de seguridad dentro del propio protocolo IPv6.
- Dispone de mecanismos de autoconfiguración (lo que supone una ventaja para el usuario y el administrador de la red).

- Dispone de mecanismos de movilidad (lo que permite al usuario cambiar físicamente de interfaz de acceso a la red sin perder su identidad). Esta movilidad puede proporcionarse tanto en redes fijas como móviles.

Por tanto, los problemas remanentes de IPv4 quedan resueltos en la versión IPv6. Asimismo, los criterios para establecer el plan de numeración son similares a los ya descritos para la versión IPv4, con la diferencia de que el número de clientes totales no tiene restricciones. En este caso se puede plantear la asignación de direcciones de clientes dentro del espacio público de direcciones, lo cual soluciona la actual pretensión de asignar direcciones IP de esa naturaleza a los terminales fijos y móviles de tercera generación. Esto puede tener ventajas en lo que se refiere a la provisión de servicios prestados por otras redes sobre una única dirección IP, aunque puede tener ciertos inconvenientes relativos a la pérdida de seguridad de la red.

En IPv6, además de los mecanismos que permiten determinar las direcciones en IPv4, hay un nuevo mecanismo que permite hacerlo de forma totalmente automática (*stateless autoconfiguration*). En este último el *host* obtiene la dirección a partir de un prefijo de 64 bits anunciado por el *router* (*prefix advertisement*), junto con la información de su interfaz local, generando un identificador de interfaz de 64 bits. Para evitar que existan direcciones duplicadas en una red se ejecuta un algoritmo de detección de direcciones duplicadas.

De forma más concreta, en este algoritmo, las direcciones se crean como “*tentative*” (no definitivas) y, durante un tiempo, se envían mensajes en los que se solicita que se informe si su dirección está duplicada. Si no se reciben mensajes, su estado pasa de ser “*tentative*” a definitivo.

Otra característica importante de IPv6 es la movilidad IP (*Mobile IP*). Ésta se consigue empleando túneles; los *drivers* para la configuración de túneles están disponibles en todas las implementaciones del protocolo IPv6, en parte debido a que los túneles son un mecanismo que permite la convivencia de IPv4 e IPv6 en la etapa de transición. El soporte de movilidad se empezó a desarrollar en IPv4 e

IPv6 al mismo tiempo, pero el grupo de trabajo correspondiente del IETF llegó a la conclusión de que el soporte en IPv4 adolecía de problemas de seguridad.

Los sistemas de acceso a redes IP denominados "Always-on" (como en el caso de NGN), en los que el usuario residencial y/o remoto está permanente conectado a una dirección IP pública, son cada vez más frecuentes. El uso de direcciones públicas no es un mero capricho de diseño, ya que el uso de direcciones privadas lleva al uso de NATs o PROXYs, rompiendo la conectividad extremo a extremo e introduciendo problemas de capacidad, especialmente en los sistemas de acceso de banda ancha, como ADSL.

La estructura de la cabecera IPv6 es la siguiente:

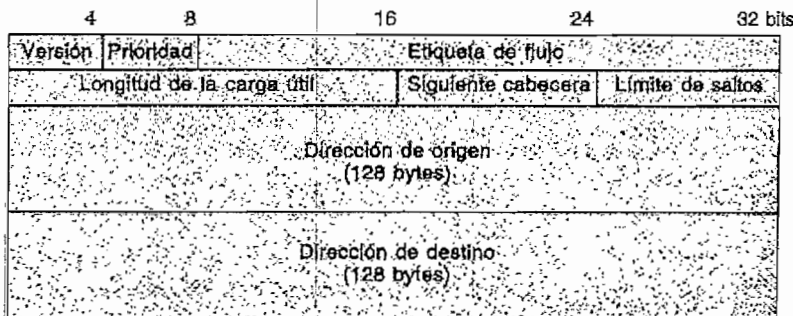


Figura C.1 Estructura de la cabecera IPv6 [1].

Versión.

Número de versión del Protocolo Internet (IPv6 es 6).

Prioridad.

Permite a un origen identificar la prioridad deseada de entrega de los paquetes. Los valores de prioridad están divididos en rangos: tráfico para que el origen proporcione control de congestión y tráfico sin control de congestión.

Etiqueta de flujo.

Utilizada por un origen para etiquetar dichos datos para los que solicita un tratamiento especial por parte del encaminador IPv6. El flujo se identifica de forma unívoca mediante la combinación de una dirección de origen y una etiqueta de flujo distinta de 0.

Longitud de la carga útil.

Longitud de la carga útil en octetos.

Siguiente cabecera.

Identifica el tipo de cabecera que sigue inmediatamente a la cabecera IPv6.

Límite de saltos.

Entero de 8 bits que se decrementa en 1 en cada nodo que reenvía el paquete. El paquete es descartado si el límite de saltos llega a decrementarse a 0.

Dirección de origen.

Dirección de 128 bits del originador del paquete.

Dirección de destino.

Dirección de 128 bits del receptor deseado del paquete.

PROTOCOLO MPLS [20].

MPLS (*MultiProtocol Label Switching*) nace como una necesidad de integrar las distintas soluciones propietarias de conmutación de alta velocidad basadas en equipos ATM para redes IP. Aparece como una buena opción para resolver parte de los problemas encontrados en las soluciones clásicas de VPN, como por ejemplo, la gestión, el provisionamiento y la escalabilidad, con la ventaja de que este tipo de soluciones para VPN han sido ya estandarizadas y son soportadas actualmente por varios de los fabricantes más importantes de equipos de red.

MPLS es una iniciativa del IETF que establece una arquitectura para encaminar el tráfico sobre rutas predefinidas. Para identificar las clases de tráfico, MPLS funciona con protocolos IP, *Frame Relay* y Modo de Transferencia Asíncrono (ATM). Enruta el tráfico examinando la información de dirección de destino en las cabeceras de los paquetes IP. Basándose en esta información añade una etiqueta que dirige el tráfico a través de una ruta predeterminada, que

recibe el nombre de Trayecto Conmutado por Etiquetas (LSP, Label Switched Paths). Estos LSPs son enlaces entre rutas con capacidad MPLS que envían los paquetes que despachan el tráfico a un destino específico.

El administrador de red puede configurar LSR¹ estadísticamente o crearlo dinámicamente utilizando otro protocolo, como RSVP². Las rutas también pueden establecerse salto a salto en los conmutadores usando un protocolo tal como OSPF³, para asignar una LSP a una ruta específica hacia un destino.

La ingeniería de tráfico ayuda a evitar enlaces congestionados, especialmente sobre rutas que normalmente se seleccionarían como las más cortas, mediante la creación de múltiples rutas o LSPs con ciertos requisitos de ancho de banda. La ventaja de MPLS es que puede transportar conmutación ATM, *Frame Relay* e IP conjuntamente.

Sin embargo MPLS no está libre de problemas, ya que al basarse de nuevo en el establecimiento de circuitos virtuales, choca frontalmente con otros protocolos y soluciones existentes en el mundo IP. Para el entorno de la NGN, un problema actual de MPLS se deriva de la inexistencia de soluciones estándar que permitan trabajar conjuntamente a los protocolos de *routing multicast* y MPLS de forma integrada, ya que actualmente pueden funcionar sobre la misma red, pero de manera independiente y sin relación funcional entre ellos.

¹ **LSR (Label Switching Router):** Establece rutas de conmutación de etiquetas a través de una red, asignando directamente la información de encaminamiento de nivel de red a rutas conmutadas del nivel de enlace de datos.

² **RSVP (Resource reSerVation Protocol):** Es un Protocolo de Reserva de Recursos diseñado para una Internet de servicios integrados, es decir, solicita de la red una calidad de servicio específica para flujos de datos concretos.

³ **OSPF (Open Shortest Path First):** Es un protocolo de encaminamiento de estado de enlace utilizado para encaminar datos IP.

La única solución a este problema es que los protocolos de *routing multicast* trabajen de forma independiente respecto de MPLS, y dentro de la troncal de la red se encarguen de definir distintos LSPs o caminos MPLS sobre los cuales se encaminen los diferentes flujos multicast. Cabe destacar que el tráfico o flujo multicast que mejor se adapta para su uso con MPLS es el correspondiente a los servicios de distribución. En otros servicios como el de multiconferencia sería inviable su uso, debido al dinamismo inherente al propio servicio, al crearse y anularse de forma continua y rápida gran cantidad de árboles multicast, lo que implicaría un dinamismo similar para la activación y desactivación de caminos LSPs de MPLS.

Desde el punto de vista de ingeniería de tráfico, el modelo de NGN no necesita mecanismos adicionales que optimicen la distribución del tráfico en la red, de forma de que la probabilidad de que se congestione algún enlace es pequeña. Las características que hacen esto posible son las siguientes:

- Se trata de una red de nueva creación, no dependiendo, por tanto, de una topología y dimensionamiento, legado que, en principio, no suele estar adaptado al tráfico generado por los servicios multimedia que se piensan proveer a corto y medio plazo.
- El tráfico se puede estimar, estando tipificado con un modelo de Erlang en servicios como VoIP, distribución de TV, VoD y multiconferencia, que son los que aportarían la mayoría del tráfico cursado.
- Se utiliza el estándar de QoS DiffServ.
- La topología es redundante y está estructurada en dos capas.
- Está dimensionada teniendo en cuenta los tráficos que debe soportar. Cada uno de los planos es capaz de soportar dicho tráfico, de forma que ante un fallo simple en la red se siguen soportando los servicios descritos.

- Se emplean SLAs en el acceso.

Teniendo en cuenta estos factores, en principio no es necesaria la inclusión de elementos de ingeniería de tráfico en la gestión de la red. Sin embargo, puede que debido a modificaciones en las características del tráfico en algún momento se hiciera necesario aplicar algún criterio especial a alguno de los flujos transportados por la red, optimizando la ocupación de los recursos de red.

La solución más sencilla es pensar en mecanismos implementados a nivel IP, bien por los propios protocolos, o bien por los equipos. Esta solución también es la más económica, puesto que no obliga a la inclusión de ningún otro protocolo en los equipos, aunque es la más dependiente del fabricante, ya que la funcionalidad disponible, aunque muy parecida, no es totalmente similar. El problema de esta solución es que es poco manejable y no escalable para redes grandes.

Otra solución es la inclusión en la red de nuevos protocolos destinados específicamente a cubrir esta necesidad, como es el caso de MPLS. Éste permite la creación de caminos LSPs explícitos, caminos basados en condiciones y caminos múltiples, que junto con otras facilidades de MPLS, como el *fast-reroute* y *hot standby*, facilitan y automatizan en gran medida la ingeniería de tráfico. En concreto estas dos últimas facilidades permiten la recuperación ante fallos (transmisión y/o conmutación) en tiempos comparables a los de SDH.

La siguiente ilustración muestra el formato de la pila de etiquetas MPLS:

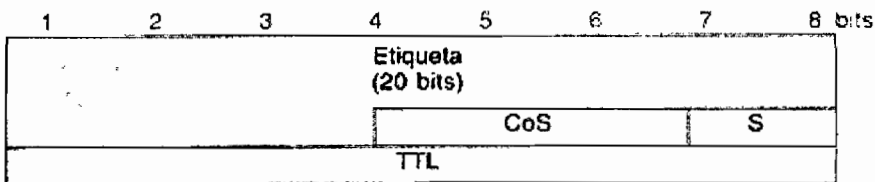


Figura C.2 Pila de etiquetas MPLS [1].

Etiqueta.

Este campo contiene el valor de la etiqueta; proporciona información sobre el protocolo de nivel de red e información adicional necesaria para reenviar el paquete.

CoS (Class of Service).

Clase de servicio. El valor de este campo afecta a los algoritmos de planificación y/o descarte que se aplican al paquete a medida que se transmite a través de la red.

S (Bottom of the Stack).

Fin de la pila. Campo de un bit que se pone a 1 para la última entrada de la pila de etiquetas, y a 0 para todas las demás entradas de la pila.

TTL (Time To Live).

Tiempo de vida. Campo de 8 bits utilizado para codificar el valor del tiempo de vida.

PROTOCOLO GMPLS [2].

Dado que el protocolo IP está destinado a convertirse en el protocolo que cubra todo en las redes centrales NGN, es importante que estas redes sean optimizadas para manejar tráfico IP. Una solución que está siendo perseguida activamente es la convergencia en las redes centrales de las capas óptica y de datos. Esto tiene una serie de ventajas, incluyendo un rápido aprovisionamiento de servicios y una protección de máxima eficacia como resultado del equipamiento de la red óptica con un Conmutador por Etiquetas de Protocolo Múltiple Generalizado (GMPLS) y una interfaz óptica usuario-red.

C.2 PROTOCOLOS DE CONTROL PREVIOS A MGCP Y MEGACO.

PROTOCOLO IPDC [1].

IPDC (*IP Device Control*) es una familia de protocolos propuesta como conjunto de protocolos, cuyos componentes pueden usarse individualmente o conjuntamente para realizar el control de conexión, el control de medio físico y el transporte de señalización. Satisface la necesidad de disponer de uno o más protocolos para controlar dispositivos de pasarela situados en la frontera entre la red telefónica de circuitos conmutados e Internet y para terminar enlaces troncales de conmutación de circuitos.

Como ejemplos de tales dispositivos se puede citar los servidores de acceso a red y las pasarelas de voz sobre IP.

PROTOCOLO SGCP [1].

El protocolo SGCP (*Simple Gateway Control Protocol*) se utiliza para controlar pasarelas telefónicas desde elementos de control de llamada externos. Una pasarela telefónica es un elemento de red que permite realizar la conversión entre las señales de audio transportadas a través de circuitos telefónicos y los paquetes de datos transportados a través de Internet o a través de otras redes de paquetes.

SGCP asume la existencia de una arquitectura de control de llamadas donde la inteligencia de control de llamadas se encuentra situada fuera de las pasarelas y es gestionada por elementos de control de llamada externos. SGCP asume que estos elementos de control de llamada, o agentes de llamada, se sincronizan entre sí para enviar comandos coherentes a las pasarelas que están situadas bajo su control.

SGCP implementa la interfaz simple de control de pasarela como un conjunto de transacciones, las transacciones están compuestas de un comando y una respuesta obligatoria. Hay 5 tipos de comandos:

- *Create Connection.*
- *Modify Connection.*
- *Delete Connection.*
- *Notification Request.*
- *Notify.*

Los primeros cuatro comandos son enviados por el Agente de llamada a una pasarela. El comando "*Notify*" es enviado por la pasarela al agente de llamada. La pasarela también puede enviar un comando "*Delete Connection*".

Todos los comandos están compuestos de una cabecera de comando, opcionalmente seguida por una descripción de sesión. Todas las respuestas están compuestas de una cabecera de respuesta, opcionalmente seguida por una descripción de sesión. Las cabeceras y las descripciones de sesión están codificadas por una serie de líneas de texto, separadas por un carácter de avance de línea. Las cabeceras están separadas de la descripción de sesión por una línea vacía.