



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.  
DPTO. TELECOMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA

# **ASPECTOS CRÍTICOS EN LA INTRODUCCIÓN DE LA TELEFONÍA IP EN LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE CUBA.**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN **TELEMÁTICA**.

## **Maestría de Telemática**

**Autor: Ing. Humberto Beceiro García**

**Tutor: Dr. Armando Sarmiento Rojas**

**2004**

## **Agradecimientos**

---

A mis familiares por la paciencia que en estos años me ha permitido dedicar tiempo a mi preparación profesional.

Al Dr. Armando Sarmiento Rojas, en su doble condición de Tutor y Director del Centro de Capacitación de ETECSA, donde un excelente colectivo de trabajadores, nos ha proporcionado las mejores condiciones para desarrollar la Maestría.

A los profesores de la Universidad Central de Las Villas, que nos han impartido los conocimientos y las experiencias necesarias para escalar la montaña del conocimiento.

A los amigos, que me han ayudado hasta con la más mínima contribución en el desempeño del presente trabajo.

A las personas que en Capacitación tanto en Ciudad de La Habana, como en Santa Clara han permitido el desarrollo de esta Maestría, incluyendo el personal de Servicio y Apoyo de ambos sitios que tanto han contribuido al feliz término de este empeño.

A mis compañeros de aula, que recordaré siempre, con la nostalgia de una gran familia, que una vez constituimos para vencer los retos académicos y humanos que nos depara la vida.

---

---

## Resumen

El creciente tráfico de datos producido por las aplicaciones que hoy se desarrollan en Internet, así como nuevas posibilidades tecnológicas en el procesamiento de la voz y otros medios, han impulsado al cambio de paradigma de conmutación de circuitos sobre el cual se sustentaba el tráfico de voz en la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC), hacia la conmutación de paquetes. Otra razones que impulsan estos cambios, están dadas por los menores costos de inversión y mantenimiento ocasionados por este equipamiento, su facilidad de creación de nuevos servicios y la puesta en el mercado en tiempos mucho más cortos. Como consecuencia de los cambios, se desarrolla la convergencia de los distintos medios y servicios en una red común, lo que llevará en un período más o menos largo a las Redes de Próxima Generación.

Diferentes tecnologías son utilizadas en las redes de paquetes pero aquellas basadas en el Protocolo Internet o como más comúnmente se identifican: las redes IP, son las más atractivas debido a la ubicuidad de IP en entornos de negocios e incluso residenciales. La conducción de la voz sobre IP (VoIP), es una de las tendencias que desarrollan muchos Operadores Establecidos y aquellos que se incorporan en la competencia.

El presente trabajo una vez que deja claro el concepto de Telefonía IP y las razones crecientes de su expansión, centra su atención en los obstáculos para su despliegue. También aborda las distintas variantes para la migración de las redes de los Operadores Establecidos y la inevitable relación con la RTPC, que durante años estará presente en el escenario de las telecomunicaciones. Para no perder objetividad en las posibilidades que hoy se vislumbran en el proceso de migración, se abordan otras tecnologías de paquetes utilizadas actualmente, mientras no se superen algunas de las barreras, especialmente la necesidad de que las redes IP logren garantizar la Calidad del Servicio, para aplicaciones en Tiempo Real como es la voz.

El trabajo trata el tema del diseño de una red para soporte de la Telefonía IP, incluyendo aspectos de dimensionamiento, redundancia, tecnologías más utilizadas, entre otras cuestiones. Analiza las acciones posibles que ETECSA, puede desarrollar dado el equipamiento existente en el país, sus posibilidades de escalamiento y la experiencia recogida de otros operadores en este sentido.

El trabajo constituye el marco inicial para el desarrollo de la Telefonía IP en país, mostrando experiencias de Proveedores / Operadores, al tiempo que señala las transformaciones que están ocurriendo en las redes de telecomunicaciones, por las razones antes expuestas. No seguir el curso de esta evolución y aún peor no comenzar a dirigir las inversiones en el camino correcto, puede conducir a errores de gran trascendencia futura.

---

---

**Tabla de Contenido**

<i>Introducción</i> .....	1
<i>CAPITULO 1: La Telefonía IP en el desarrollo de las Telecomunicaciones</i> .....	6
1.1 Factores que conducen al despliegue de la Telefonía IP.....	8
1.2 Arquitectura VoIP de Red de Próxima Generación.....	9
1.3 Estrategias para la Migración hacia Redes de Próxima Generación.....	14
1.3.1 RTPC para la Voz e Internet.....	16
1.3.2 Consolidación de la RTPC.....	16
1.3.3 Voz sobre Paquetes para los enlaces.....	20
1.3.4 Voz sobre Paquetes para los Accesos.....	21
1.3.5 Introducción de Multimedia.....	22
1.3.6 Migración a NGN total.....	23
1.3.7 Migración hacia NGN utilizando la Plataforma de Acceso Integrada Multiservicio.....	24
1.4 Proveedores de Tecnologías de VoIP.....	27
1.4.1 Cisco System e Italtel.....	28
1.4.2 Soluciones de Alcatel.....	31
1.5 Experiencias reportadas por operadores de telecomunicaciones.....	34
1.5.1. Caso Telecom Italia.....	35
1.5.2. Formas de Acceso al Servicio.....	36
<i>CAPITULO 2: Aspectos Claves en el Diseño e Implementación de la Telefonía IP</i> .....	38
2.1 Requerimientos claves en el despliegue de la Telefonía IP.....	38
2.1.1 Conjunto de servicios a ofrecer.....	39
2.1.2 Selección del protocolo(s) de señalización.....	39
2.1.3 Seguridad.....	40
2.1.3.1 Denegación de Servicio.....	40
2.1.3.2 Robo de Servicio.....	41
2.1.3.3 Invasión de Privacidad.....	41
2.1.4 Calidad del Servicio (QoS).....	41
2.1.5 Confiabilidad / Disponibilidad.....	42
2.1.6 Intercepción Legal.....	43
2.1.7 Servicios de Emergencia y Operadoras.....	44
2.1.8 Enrutamiento de Llamadas y Plan de Numeración.....	44
2.1.9 DTMF y otros tonos y eventos telefónicos.....	46
2.1.10 Pared de Fuego y NAT transversal.....	47

---

---

2.1.11 Facturación y Conciliación.....	47
2.1.12 Interconexión de Red.....	48
2.1.13 Trayectoria de Migración .....	48
2.1.14 Sistema Soporte de Operaciones (OSS).....	49
2.1.15 Utilización del Ancho de Banda. ....	49
2.1.16 Soporte de Fax, modem y TTY.....	50
2.1.17 Autoconfiguración. ....	50
2.2 Planeamiento de Redes de Telefonía IP.....	51
2.2.1 Determinación del Ancho de Banda requerido.....	51
2.2.2 Análisis de Capacidad.....	54
2.2.3 Consideraciones sobre las Pérdidas de Paquetes en la red IP. ....	56
2.2.4 Red dedicada para la Telefonía IP o mezcla de comunicaciones de datos y voz sobre un backbone IP común.....	57
2.2.5 Guías para el diseño de la red para Telefonía IP.....	59
2.2.6 Ejemplo de Dimensionamiento de un PoP. ....	61
<i>CAPITULO 3: Aspectos a considerar en la migración de las redes de voz en Cuba.....</i>	<i>63</i>
3.1 Elección de los Protocolos de Señalización y control a utilizar.....	63
3.2 Experiencias con sistemas de VoIP en ETECSA.....	65
3.3 Opciones para la migración de la red de telecomunicaciones de Cuba.....	67
3.3.1 Opciones para los Accesos.....	68
3.3.2 Red de tránsito o backbone.....	69
3.3.3 Resumen de alternativas posibles de Migración en Cuba. Estrategia del Softswitch. ....	73
<i>Conclusiones y Recomendaciones. ....</i>	<i>77</i>
<i>Referencias Bibliográficas.</i>	
<i>Bibliografía General.</i>	
<i>Glosario de Términos.</i>	
<i>ANEXO A. Elementos a considerar en el Planeamiento de una Red de Telefonía IP utilizando la Arquitectura VocalTec.</i>	
<i>ANEXO B. Tablas utilizadas para el dimensionamiento de las Redes.</i>	
<i>ANEXO C. Equipamiento de VocalTec utilizado en la Prueba de Campo de Telefonía IP.</i>	
<i>ANEXO D. Resumen de Protocolos y Recomendaciones utilizados.</i>	

---

## Introducción

El mundo de las Telecomunicaciones avanza vertiginosamente en la introducción de la Telefonía IP, la Voz sobre IP (VoIP), Voz sobre ATM (VoATM), Voz sobre xDSL (VoDSL) y otras tecnologías que tienen como base la digitalización de la voz y su transmisión insertada en distintos tipos de paquetes. Esto ha sido posible por el desarrollo alcanzado en el Procesamiento Digital de Señales, el avance en todos los frentes de la Electrónica y la Computación, así como la consolidación de las redes públicas y privadas de datos.

Poderosas razones impulsan al cambio de paradigma de conmutación de circuitos hacia la conmutación de paquetes. Entre estas tenemos, los menores costos del equipamiento de las redes de datos y el desarrollo de un único tipo de red convergente, capaz de soportar diferentes tipos de medios (voz, video, datos de aplicaciones) lo que conduce a la disminución de los costos de operación. Esto evidentemente facilita la gestión y tiene un impacto importante en la provisión del servicio, introduciendo posibilidades inusitadas en la creación de nuevas fuentes de ingreso para los Proveedores, mediante la combinación de distintos medios para entregar servicios a la medida de las necesidades de los clientes, reduciendo el tiempo de entrada de los mismos en el mercado.

La Telefonía IP, es una expresión del auge alcanzado por el Protocolo Internet (IP), como eje del desarrollo de las Telecomunicaciones, justificado por la ubicuidad de IP, que con el desarrollo de la informática abarca desde escenarios domésticos hasta ambientes de pequeñas, medianas y grandes empresas. Es por ello que los Operadores Establecidos de Telecomunicaciones, estudian, desarrollan o aplican las estrategias para la migración de la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) hacia Redes de Próxima Generación (NGN), como vía para alcanzar eficiencia y diversificación de los servicios.

El vertiginoso crecimiento del tráfico de datos, que en muchos países ha sobrepasado al tráfico de voz, originado por la profusa utilización de las aplicaciones relacionadas con Internet, como son el correo electrónico, chat, comercio electrónico, tele-educación, tele-medicina, entre otras; es también una razón para que la voz, se conduzca en lo adelante por potentes redes de datos, dotadas de las herramientas que garanticen la Confiabilidad y Calidad del Servicio (QoS), provista por su predecesora, la RTPC con más de un siglo de evolución.

En la actualidad muchos operadores de telecomunicaciones explotan la Telefonía IP, tal es el caso de Telecom Italia que cursa el 100 % del tráfico de Larga Distancia entre Roma y Milán y el 50 % del tráfico Internacional con Europa por redes IP, utilizando equipamiento de Cisco System y

---

soluciones de Italtel. También se destacan varios operadores chinos que construyeron sus redes dorsales IP para soporte del tráfico de voz nacional e internacional en tiempo record, lo que le ha permitido al gigante asiático elevar considerablemente la teledensidad del país.

En Cuba, el Proceso de Modernización y Expansión, se ha basado fundamentalmente en la sustitución de la tecnología analógica en la conmutación y la transmisión por tecnologías digitales utilizando la Multiplexación por División en Tiempo (MDT), manteniendo inalterable la tecnología de conmutación de circuitos para el tráfico de voz.

Las ventajas económicas, operativas y de servicios aportadas por las nuevas tecnologías para la conducción de la voz y otros medios, llevan también a la necesidad del estudio en el entorno cubano, de la forma en que se implementarán estas tecnologías. De ahí la importancia del presente trabajo en el análisis de los aspectos críticos para su introducción en la red nacional, muchos de los cuales incluso, no han sido totalmente resueltos internacionalmente, por lo que será necesario encontrar las soluciones que permitan su despliegue en Cuba.

El presente trabajo permitirá evaluar las distintas variantes a seguir en la transformación de la red, así como proporcionar importantes lineamientos en la implementación de la Telefonía IP en ETECSA, a la luz de la experiencia de proveedores líderes en estas tecnologías y de los operadores tradicionales de telecomunicaciones que la introducen en sus redes de diversas formas, por lo que deberá dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Disponemos de los fundamentos teóricos y de la experiencia acumulada en el plano internacional para el despliegue de la Telefonía IP y de las tecnologías afines?

¿Son conocidos los aspectos críticos en el orden técnico, comercial e incluso desde el punto de vista de seguridad informática, introducidos, como consecuencias del despliegue de las nuevas tecnologías y cómo superarlos? ¿Está ETECSA preparada para la transformación de sus redes?

¿Cómo realizar la migración aprovechando en alto grado las inversiones realizadas y de qué forma se puede enfrentar la creciente demanda de servicios convencionales y de nuevos servicios multimedia que se desprenden del proceso de informatización de la sociedad que se desarrolla en el país? ¿Cómo proveer acceso a Internet y otros servicios de banda ancha eficientemente?

Si ETECSA apuesta por la Introducción de la Telefonía IP, ¿Cuál o cuáles proveedor(es) de estas tecnologías debe seleccionar? ¿Qué elementos se tienen en cuenta para el planeamiento y dimensionamiento de las redes que soportan VoIP? Si aparentemente hoy se dispone de

---

capacidades de transmisión importantes en las redes dorsales de nuestro país, ¿Cuáles pudieran ser las razones para adoptar la Telefonía IP?

Para responder las interrogantes anteriores el trabajo debe cumplir los siguientes objetivos

### **Objetivos Generales.**

Proponer los lineamientos que sirvan de base para la introducción de la Telefonía IP en Cuba, donde se analicen los aspectos críticos a resolver y se presenten propuestas de soluciones a aquellos problemas previsibles durante la etapa de introducción de la misma en la Red de Telecomunicaciones de Cuba.

### **Objetivos Específicos.**

- Analizar los aspectos críticos en la introducción de la red para Telefonía IP y su interacción con la RTPC.
- Establecer las líneas generales para el planeamiento, instalación, configuración y gestión de las redes de Telefonía IP en ETECSA, tomando como referencia las experiencias de Proveedores y Operadores establecidos.
- Revelar los aspectos más importantes a considerar en el despliegue de las redes IP que soporten la Telefonía IP, teniendo en cuenta factores como demanda de ancho de banda, dimensionamiento de los enlaces, tolerancia a fallos, técnicas para garantizar QoS, entre otros.
- Describir las alternativas disponibles para la migración de la red de telecomunicaciones de Cuba, incluidas las que aprovechan las inversiones realizadas en la red dorsal y en importantes capacidades desplegadas en las redes de datos ATM, Frame Relay e IP.

### **Evaluación del Impacto económico social.**

El trabajo tiene impacto Técnico-Económico, al proponer las líneas generales para la implementación de la Telefonía IP y soluciones afines, al nivel de un operador profesional como lo es ETECSA, en el supuesto de que estas líneas proporcionarán las siguientes ventajas:

- Mostrarán cuales son los obstáculos fundamentales de este despliegue tecnológico, que han enfrentado otros operadores, así como las distintas soluciones por ellos aportadas.

- Indicarán las mejores experiencias de los Proveedores de Telefonía IP.
- Facilitarán la selección de las variantes más económicas para la migración de las redes, garantizando una transición sin rupturas de los servicios. De la misma forma deben facilitar el despliegue de aplicaciones de banda ancha y multimedia.
- Permitirán acortar los tiempos de implementación y provisión de los servicios, así como de los costos de inversión y operativos, una vez que se implementen las nuevas tecnologías.

El Impacto Social, está dado por la posibilidad de elevar la densidad telefónica del país y la informatización de la sociedad, lo que pasa por la solución de los problemas de “abonado ocupado y congestión” originados por el acceso conmutado a Internet

El trabajo se ha concebido para que sea utilizado en la puesta en explotación de la Telefonía IP en ETECSA, lo que garantiza su aplicación técnica. También puede arrojar resultados docentes, si se tiene en cuenta, que aborda aspectos metodológicos del diseño de una red para el soporte de Telefonía IP. Al mismo tiempo contiene importantes aspectos teóricos sobre los nuevos elementos de red, que se están introduciendo en los accesos y en las redes dorsales, como parte de las soluciones para la migración hacia las Redes de Próxima Generación.

### **Metodología del Trabajo**

Se realizó una profunda búsqueda en la bibliografía primaria existente, utilizando textos fundamentales (libros muy recientes y completos sobre el tema). Se realizaron intensivas búsquedas automatizadas en fuentes electrónicas, como es el caso de Internet, teniendo en cuenta el dinamismo de estos temas. No obstante, es importante señalar que en este medio son casi nulas las informaciones técnicas de los Operadores de Telecomunicaciones Establecidos.

Fueron consultados otros materiales de gran importancia, como las Recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), materiales del Foro Mundial de Políticas de Telecomunicaciones (FMTP), desarrollado en Ginebra en Marzo del 2001 y otros eventos. Sería imposible desarrollar el trabajo, sin consultar las Request For Comments (RFC), que constantemente evolucionan con el desarrollo de Internet, propiciando el interfuncionamiento de las redes y tecnologías como la Telefonía IP.

Se realizaron consultas a un importante especialista de ETECSA, que trabaja en el Planeamiento Estratégico, valorando con este, la visión de la empresa con relación al camino a seguir para la

aplicación de la Telefonía IP. Se consultaron especialistas relacionados con la migración de los conmutadores de Alcatel a plataformas Multimedia Multiservicio. De la misma forma se debatió ampliamente el tema de las redes de datos existentes en el país, con especialistas que explotan estas tecnologías, poniéndose énfasis en la posibilidad que tiene el equipamiento adquirido en Cuba, de proporcionar QoS en redes IP. Se visitó el Centro de Gestión de Cubadata, la Empresa Cubatel y al especialista del Grupo de Investigación y Desarrollo de la Unidad de Negocios de la Red, encargado de la prueba de campo de Telefonía IP, referida en el trabajo. Se consultó a un importante catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid, el Dr. Ing. Francisco González Vidal, Director Técnico de Estrategia de Acceso de Alcatel España. Sus trabajos entre otros temas se han enfocado a la introducción de la Voz sobre IP en redes públicas, sus retos y estrategias.

El trabajo lo conforman tres Capítulos, el primero de ellos, pretende justificar las razones por las cuales se requiere el despliegue de la Telefonía IP, se analizan los elementos que conforman una Arquitectura de VoIP para Redes de Próxima Generación y se dedica un extenso recorrido por las posibles estrategias de migración, teniendo en cuenta prácticamente todos los elementos de red, en distintas etapas del desarrollo de la misma. Se sintetizan las experiencias de los principales proveedores recogidas por la bibliografía escrita y en formato electrónico, principalmente de aquellos que tienen o pudieran tener mayor impacto en Cuba. De la misma forma se mencionan algunas de las aplicaciones de las tecnologías de Voz sobre Paquetes, reportadas en Internet.

En el Capítulo II, se identifican los requerimientos claves o puntos críticos en el despliegue de la Telefonía IP y se exponen los elementos a considerar en el planeamiento de estas redes.

Las propuestas de los protocolos a utilizar en el despliegue de la VoIP, las consideraciones sobre las pruebas de campo desarrolladas en ETECSA de un sistema de Telefonía IP, las posibles soluciones en las redes de acceso y en la red dorsal son tratadas en el Capítulo 3, en este último segmento se hacen consideraciones sobre el equipamiento existente en el país para proveer QoS y sus posibilidades de gestión. También, se resumen las alternativas para la migración de las redes del país, a partir de la estrategia del Softswitch.

En el trabajo se insertan cuatro anexos, relacionados con el planeamiento de una red de Telefonía IP, utilizando la Arquitectura VocalTec, tablas para el dimensionamiento de las redes que le sirven de soporte y el equipamiento utilizado en la prueba de campo. Aunque no es objetivo del presente trabajo, abarcar los estándares que se han desarrollado para la asimilación de esta tecnología, algunos de ellos son invocados, por lo que en el Anexo D, se dan las informaciones mínimas que facilitan su entendimiento.

---

## **CAPITULO 1: La Telefonía IP en el desarrollo de las Telecomunicaciones.**

En la década de los 90s, irrumpe en el escenario de las telecomunicaciones mundiales la Telefonía IP, como importante protagonista, que apunta hacia la convergencia de medios (voz, datos, vídeo) y para la transformación requerida en las redes de telecomunicaciones actuales.

Aunque no se ha llegado a un consenso sobre la definición exacta del término Telefonía IP, a los efectos del presente trabajo, se utilizará “como un término genérico para la prestación de servicios vocales, facsímil y servicios conexos, parcial o totalmente por redes basadas en IP con conmutación de paquetes. La Telefonía IP también puede incluir aplicaciones que integren/incorporen la transmisión de señales vocales y facsímil con otros medios tales como textos e imágenes”. Esta es la definición que se utilizó en el Informe del Secretario General de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en el Foro Mundial de Políticas de las Telecomunicaciones, efectuado en Marzo del 2001 en Ginebra [48].

En otro documento posterior de la UIT [31], en una definición de trabajo señalan que la Telefonía IP se refiere a la transferencia de Voz sobre el Protocolo Internet (VoIP), por lo cual en ocasiones los términos Telefonía IP y VoIP son indistintamente utilizados.

En sus inicios la Telefonía IP parecía destinada a usuarios aislados, que a partir de sus computadoras personales y aplicaciones muchas veces obtenidas libremente en Internet, lograban comunicarse con otros usuarios con los que se había acordado previamente la comunicación. Realmente, la calidad del servicio, no era un tema que les importara tanto. En una etapa posterior muchas empresas comprendieron las ventajas de la Telefonía IP, implementándola sobre sus propias infraestructuras de datos, en un elevado grado subutilizadas, con lo cual abarataron los costos por concepto de comunicaciones, basado en dos aspectos vitales:

- Encaminando las llamadas internas y entre sucursales sin pasar por la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) y por ende omitiendo los pagos a los proveedores de servicios. Esto no significa la renuncia al encaminamiento de las llamadas a la RTPC cuando fuera necesario; garantizado por las correspondientes pasarelas de voz.
- Manteniendo y explotando una red única (antes operaban y mantenían la propia red de datos y la de comunicaciones privadas)

Los Proveedores de Servicios tradicionales sufrían la disminución de sus ingresos por concepto de su servicio fundamental, la voz, ocasionado por las situaciones analizadas anteriormente y aceleradas por factores como:

- Liberalización de los mercados y del lazo de abonado local. Esto permitió la irrupción de nuevos operadores competitivos, cuyas inversiones tecnológicas costaban menos, poniéndolos en condiciones de ofrecer, tarifas más “bondadosas” para sus clientes y la posibilidad de liberar nuevos servicios, imposibles en el marco tradicional, que les garantizaban mayores ingresos.
- Aspectos regulatorios que diseñaron un escenario más competitivo, garantizando al mismo tiempo un adecuado nivel de servicios públicos y fomentando el despliegue de las nuevas tecnologías.
- Crecientes y sostenidos progresos tecnológicos de prácticamente todos los elementos de hardware y software, así como de la potencia de procesamiento, incluida la utilización de Procesadores de Señales Digitales (DSP), eficientemente mejorados.

Sin embargo muchos Proveedores de Servicios establecidos, pronto comprendieron que la Telefonía IP tenía su cara “buena”, y que era importante aprovechar sus bondades, como lo hicieron AT&T y MCI. Estos proveedores, recuperados del golpe inicial, colocaron en su justo lugar las ventajas de la nueva tecnología, muy clara en el transporte de voz en el núcleo de sus redes (por disminución en los costos) y puntualmente según se requirieran en sus accesos, tratando de reutilizar todo su andamiaje basado en Multiplexación por División en Tiempo (MDT) y conmutación de circuitos, en los cuales se sustenta la RTPC.

Los Proveedores de Servicios de Voz, usualmente ofrecen la interconexión de las islas de RTPC, utilizando sus redes IP. Sus clientes hacen sus llamadas por teléfonos normales, pero entonces por distintas vías, esta se empaqueta y se conduce por una red IP.

El presente Capítulo, centra su atención en los aspectos que conducen al despliegue de la Telefonía IP. También aborda los componentes genéricos de una Red de Próxima Generación (NGN siglas en inglés derivada de New Generation Network) de VoIP, y las estrategias de migración hacia una NGN escalable, que soporte VoIP de extremo a extremo. Se analizan algunas plataformas de importantes Proveedores de Tecnologías y se mencionan algunas experiencias de Operadores Establecidos.

Se constata, que tanto los antiguos Proveedores de Tecnología de voz, como los de datos ofrecen soluciones para la migración, al tiempo que se desarrollan organizaciones como el Forum de Conmutación Multiservicio (MSF), que asiste a Proveedores de Servicios y a Proveedores de Tecnologías en la evolución de las redes de los primeros hacia una Red Conmutada Multiservicio, abierta, flexible, que garantice viejas y nuevas aplicaciones, en un ambiente multimedia utilizando variadas infraestructuras tecnológicas y de diversos fabricantes.

### **1.1 Factores que conducen al despliegue de la Telefonía IP.**

Para los Proveedores de Servicio la ubicuidad de IP que alcanza las instalaciones de todo tipo de usuarios posibilita el desarrollo de un vasto rango de servicios convergentes e innovadores de voz y datos, que no pueden desplegarse sobre la infraestructura de la RTPC a costos razonables y efectivos [17]. Entre estos se encuentran:

- Aplicaciones de Internet basadas en IP, como correo electrónico y mensajería unificada, que se pueden integrar con las aplicaciones de voz.
- Los operadores de red pudieran proporcionar a sus usuarios de negocios, el reemplazo de sus PBX a precios adecuados, utilizando servicios CENTREX IP.
- Los servicios de VoIP, pueden expandirse para soportar aplicaciones multimedia de forma económica como videoconferencia, video streaming, juegos, etc.

La utilización de interfaces abiertos y la cultura empresarial existente alrededor del trabajo de las redes IP resultan en reducciones de costos, ganancias en productividad y disminución de los tiempos de entrada al mercado de los nuevos servicios, lo cual se demuestra en los siguientes ejemplos:

- La flexibilidad de las plataformas de próxima generación, permite el rápido desarrollo de nuevos servicios, la disminución de los ciclos de pruebas y su lanzamiento al mercado comparado con equipamiento ATM o basados en la MDT.
- Los productos VoIP a diferencia de los conmutadores MDT, soportan ambientes de creación de servicios abiertos. Esto facilita que programadores de terceras partes creen y liberen aplicaciones y servicios para usuarios finales, que en sus instalaciones disponen de dispositivos con arquitectura abierta, tales como computadoras personales (PC). Los

operadores de redes también podrán aprovechar esos desarrolladores para desplegar nuevas aplicaciones que eleven sus ingresos.

La consolidación de la voz y los datos sobre una sola red pueden reducir significativamente los costos, por conceptos de inversión y operación.

- El equipamiento IP es típicamente más rápido y más barato que ATM o equipamiento basado en MDT, y esa brecha se incrementa cada día más.
- Las capacidades de reenvío de los enrutadores IP rivalizan con los conmutadores telefónicos tradicionales, al tiempo que su relación funcionalidad / precio mejora mucho más rápido a favor de los primeros.

El protocolo IP es un estándar universal, utilizado en Internet e Intranet. IP y sus protocolos asociados residen en estaciones de trabajo, en contraste con ATM y FR que operan en los interfaces red-usuario (UNI). IP opera tanto en redes LAN como en WAN, mientras ATM y FR sólo lo hace en las últimas.

VoIP permite la utilización más eficiente del ancho de banda, lo que significa reducción de los costos. Mediante codificación y compresión de la voz, es posible transmitir la misma empleando anchos de banda inferiores a 64 Kbps. Utilizando un algoritmo de compresión como el G.729 de la UIT, el ahorro en ancho de banda es de 8 veces comparado con el clásico G.711, con una pequeña penalización en la calidad percibida por el usuario. Adicionalmente, un empleo más eficiente de este recurso, se obtiene utilizando técnicas de Detección de Actividad de Voz (VAD) o Supresión de Silencio, que en esencia consiste en no gastar ancho de banda, cuando alguna de las partes que establecen la llamada no se encuentre hablando.

## **1.2 Arquitectura VoIP de Red de Próxima Generación.**

La VoIP puede ser desarrollada en diferentes segmentos de red. Hasta el momento ha sido mayormente implementada en las redes dorsales (backbone) y en las redes empresariales. El desarrollo de VoIP como una solución de NGN introduce requerimientos adicionales.

Para estudiar los elementos que componen la Arquitectura de VoIP de Próxima Generación se utilizará el ejemplo de red propuesto por el MSF [17], que aparece en la figura 1.1, donde se distinguen redes de tres Proveedores de Servicios. En realidad, los Proveedores de Tecnologías

actuales utilizan numerosos matices en sus soluciones, lo cual se comprobará en algunas plataformas específicas que se estudian en el presente trabajo.

El Proveedor de Servicios 1, ofrece acceso local actuando como un Local Exchange Competitive (LEC), estos son operadores circunscriptos a determinadas áreas y por lo general requieren de otros operadores. También se caracterizan por contar con equipamiento basado en paquetes y en su entrada al mercado introdujeron tarifas agresivas, razón por la cual muchos operadores establecidos dejaron de percibir cuantiosos ingresos. En el ejemplo, se considera que este LEC soporta teléfonos IP, sistemas PBX IP que utilizan el Protocolo de Inicialización de Sesión (SIP) y teléfonos POTS (Plain Old Telephone Service) conectados bien mediante una Pasarela de Acceso o mediante una Pasarela de Subscriptor (utilizando H.248 o MGCP). El Proveedor de Servicios 2, está actuando como un Inter-Exchange Carrier (IXC), es decir, como un operador dedicado principalmente al transporte y soporta señalización SIP y SIP-T (SIP para Teléfonos) o Control de Llamada Independiente de la Portadora, por sus siglas en Inglés BICC (Bearer Independent Call Control). El Proveedor de Servicio 3, ofrece servicio de acceso local, actuando como un LEC, pero permite teléfonos POTS utilizando una Pasarela de Acceso. Soporta la señalización SIP, pero es terminada por un Servidor SIP en lugar de utilizar un Teléfono SIP u otro dispositivo en las instalaciones del usuario.

### **Componentes de la Red.**

A continuación se describe las funciones de los componentes de red que aparecen en la figura 1.1. En dependencia de la Arquitectura de Red particular alguno de esos componentes de red pueden combinarse como solución única, por ejemplo una pasarela de enlace y de señalización combinada.

### **Agente de Llamadas/Servidor SIP/Cliente SIP.**

Localizados en la red de los Proveedores de Servicio, proporcionan la lógica y funciones de control de llamada, manteniendo el estado de las mismas en la red. Muchos Agentes de Llamadas incluyen la lógica para servicios suplementarios. Ejemplo Caller ID (Identificador de Llamadas), Llamada en Espera, e interactúan con servidores de aplicaciones que no están hospedados en el Agente de Llamadas. El Agente de Llamadas participa en la señalización y en el control de los flujos de los dispositivos de origen, terminación o encaminamiento de mensajes. Existen numerosos protocolos de red relevantes dependiendo de la arquitectura de red seleccionada incluyendo SIP, SIP-T, H.323, BICC, H.248, MGCP (Protocolo de Control de Pasarelas de

---

Medios), SS7 (Sistema de Señalización No.7), RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), etc. Los Agentes de Llamadas también producen detalles de cada llamada para permitir la facturación y la conciliación.

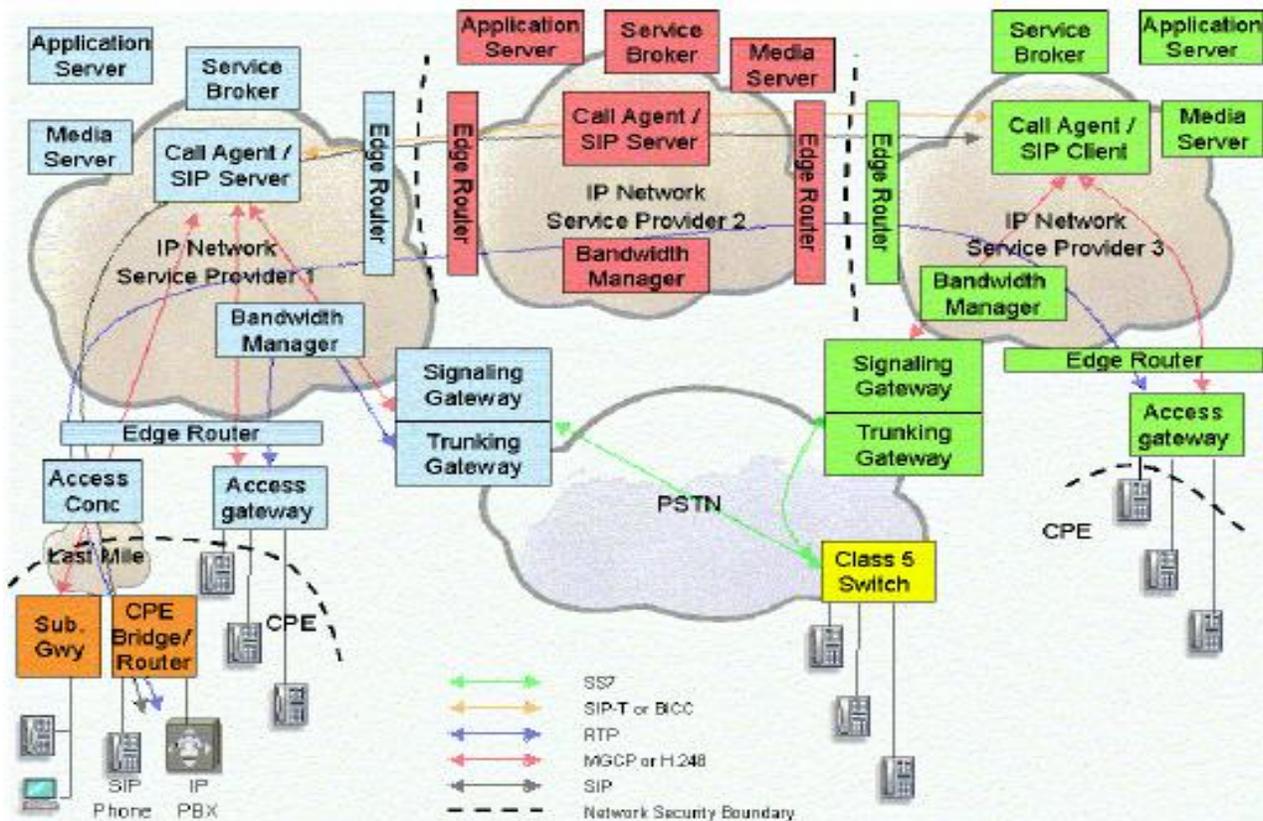


Figura 1.1 Red VoIP de Próxima Generación.

Un Servidor SIP provee una función equivalente a un Agente de Llamada en una red de señalización SIP, sus roles primarios son enrutar y encaminar las solicitudes SIP, ejecutar las políticas, (ejemplo control de admisión de llamadas) y mantenimiento de los registros de detalles de las llamadas. Por ejemplo el Servidor SIP en la red del Proveedor de Servicios 1, enrutará y encaminará las solicitudes SIP de los Teléfonos SIP que pertenecen a los usuarios.

Un Cliente SIP provee función similar a un Servidor SIP, pero origina o termina señalización SIP, más que encaminar estas a un Teléfono SIP u otro dispositivo en las instalaciones del cliente. En la figura 1.1, en una llamada SIP entre un Teléfono SIP de la Red del Proveedor de Servicios 1 y el Servidor SIP en la Red del Proveedor de Servicios 3, el Agente de Llamadas / Servidor SIP

termina la señalización SIP y convierte la misma en H.248 o MGCP para establecer una llamada al suscriptor correcto.

Los Agentes de Llamadas son llamados también Controladores de Pasarelas de Medios (MGC), Softswitches y Controladores de Llamadas. Todos esos términos tienen un énfasis ligeramente diferente pero su función común es el mantenimiento del estado de la llamada.

### **Service Broker**

Está localizado en el borde de la red del Proveedor de Servicios, y provee distribución de servicios, coordinación, y control entre servidores de aplicaciones, servidores de medios, agentes de llamadas y servicios que pueden existir sobre tecnologías alternativas (Pasarelas Parlay y SCPs). El Service Broker permite el control de aplicaciones en conjunto con sus servicios de datos y recursos de medios.

### **Servidor de Aplicaciones.**

Situado en la red de los Proveedores de Servicio, facilita la lógica y ejecución del servicio para una o más aplicaciones o servicios que no están directamente alojadas en el Agente de Llamadas. Por ejemplo, este puede proveer correo de voz o facilidades de llamada de conferencia. El Agente de Llamadas enrutará llamadas al Servidor de Aplicación apropiado cuando no soporta este servicio por si mismo.

### **Servidor de Medios.**

Se localiza en la red del Proveedor de Servicios. También es referido como un servidor de anuncios. Para los servicios de voz, utiliza un protocolo de control, tal como H.248 / Megaco o MGCP, bajo el control del Agente de Llamadas o Servidor de Aplicaciones. Algunas de las funciones del Servidor de Medios son:

- Reproducción de anuncios.
- Soporte para llamadas tripartitas
- Codificación, compresión y Detección de Actividad de Voz (VAD).
- Generación y Detección de Tonos

- Procesamiento de Respuesta de Voz Interactiva (IVR).
- Procesamiento de fax.

### **Pasarela de Señalización.**

Actúa como una pasarela entre la señalización del Agente de Llamadas y la RTPC basada en SS7. También puede ser utilizado como una pasarela de señalización entre diferentes dominios de operadores basada en paquetes. Esta pasarela provee traducción de señalización, por ejemplo entre SIP y SS7 o simplemente conversión de transporte de señalización, ejemplo de SS7 sobre IP a SS7 sobre TDM.

### **Pasarela de Enlace (Trunking)**

Localizada en la red del Proveedor de Servicios, actúa como una pasarela entre la red IP del operador y la RTPC basada en MDT. Esta provee transcodificación desde una red de voz basada en paquetes, VoIP a una red MDT. Típicamente, está bajo control del Agente de Llamadas/ MGC a través de un protocolo de control de dispositivos tal como H.248 / Megaco o MGCP.

### **Pasarela de Acceso**

Se localiza en la red del Proveedor de Servicio y soporta teléfonos POTS y típicamente está bajo control del Agente de Llamadas / Controlador de Pasarelas de Medios a través de un protocolo de control de dispositivos tal como H.248 / Megaco o MGCP.

### **Concentrador de Acceso**

Termina en el extremo del Proveedor de Servicio, los enlaces WAN utilizados sobre la última milla. Por ejemplo en una red soportada por la tecnología de Línea de Abonado Digital (DSL), este es un Multiplexor de Acceso DSL (DSLAM). El Concentrador de Acceso puede también incluir la función de Pasarela de Acceso, por ejemplo en un Concentrador de Línea Digital (DLC) de Próxima Generación que combina las capacidades de DSLAM con terminación directa de POTS.

### **Gestor de Ancho de Banda.**

Se localiza en la red del Proveedor de Servicio y se responsabiliza por la provisión de la QoS requerida de la red. Se encarga del establecimiento y liberación del ancho de banda dentro de la red y controla los accesos de llamadas individuales a este ancho de banda. Es responsable por la

instalación de la política apropiada en los enrutadores de borde para gestionar los flujos de medios.

### **Enrutador de Borde.**

Enruta el tráfico IP en la red dorsal del operador. Típicamente el enrutador de borde provee muchas otras funciones y puede ser combinado con el Concentrador de Acceso.

### **Pasarela del Subscriptor.**

Localizada en las instalaciones de los subscriptores termina los enlaces WAN (DSL, E1, fijos, inalámbricas, cable, etc.) y típicamente provee puertos de voz y conectividad de datos. Usualmente, utiliza un protocolo de control de dispositivos, tal como H.248 / Megaco o MGCP, bajo el control del Agente de Llamadas. Su función es similar a la Pasarela de Acceso, pero típicamente soporta mucho menos puertos de voz.

### **Puente / Enrutador**

Localizados en las instalaciones de los clientes termina los enlaces WAN (DSL, E1, fijos, móviles, cable, etc). La diferencia con la Pasarela del Subscriptor es que un Puente / Enrutador no provee ningún soporte de voz nativo, aunque los servicios de voz por ejemplo teléfonos SIP pueden ser puenteados / enrutados por este dispositivo.

### **Teléfono IP / PBX**

Estos dispositivos interactúan con el Agente de Llamadas/Servidor SIP utilizando un protocolo de señalización tal como SIP, H.323 o un protocolo de control de dispositivos tal como H.248/Megaco o MGCP.

## **1.3 Estrategias para la Migración hacia Redes de Próxima Generación.**

En la estrategia de migración los Proveedores de Servicio establecidos tienen que considerar su base instalada MDT y enfrentar la decisión de actualizar los conmutadores de circuitos (si es posible), finalizar las inversiones en equipamiento de este tipo, y construir una red superpuesta NGN o incluso con el tiempo, reemplazar con nueva tecnología [47]. También deben considerar el impacto del crecimiento del tráfico conmutado (dial-up) para el acceso a Internet, que con sus largos períodos de tiempo provoca cuellos de botella en la RTPC, diseñada para manejar tráfico de voz, cuya duración es mucho más pequeña. Tomar una estrategia de migración equivocada llevará

al Proveedor de Servicios a cargar con las consecuencias durante años, debido a los costes de las inversiones realizadas. Una estrategia correcta lo pondrá a la cabeza en la entrega de los nuevos servicios NGN a sus clientes.

La estrategia hacia NGN dependerá del estado de la red instalada, los requerimientos de los clientes y de los planes de expansión del operador de red. No es posible dar una recomendación general sobre cómo y cuándo migrar una red. No obstante, según [29], en el paso de las redes telefónicas a la NGN, se distinguen tres procesos fundamentales, que se desarrollan en una forma que es específica de cada operador. Estos son:

- Consolidación de la Red. Se refiere a la optimización de la base de RTPC instalada para disminuir gastos de inversión y operación. Debe tenerse en cuenta la selección de productos que puedan funcionar en un futuro entorno NGN.
- Expansión de la Red. Introducción de una NGN superpuesta (basada en accesos de banda ancha) para alcanzar nuevos usuarios e introducir nuevos servicios (como comunicación multimedia).
- Migración. Finalmente se reemplazan los componentes que aún existan de la RTPC (al final de su vida) con equivalentes NGN.

Estos procesos se desarrollan en las siguientes etapas genéricas.

1. Utilizar la red MDT actual para telefonía de voz y acceso a Internet.
2. Consolidación del equipamiento de conmutación y acceso.
3. Introducción de la tecnología de Voz sobre Paquetes (VoP) para los enlaces.
4. Introducción de la tecnología de VoP en accesos y en las instalaciones de los clientes.
5. Servicios multimedia y nuevas aplicaciones.
6. Reemplazamiento de la infraestructura heredada con señalización IP total.

Las etapas anteriores son genéricas, pero no tendrán obligatoriamente que cumplimentarse por cada operador específico. A continuación se discute cada etapa.

### 1.3.1 RTPC para la Voz e Internet.

Es el punto de inicio de la migración [29], según se muestra en la figura 1.2.

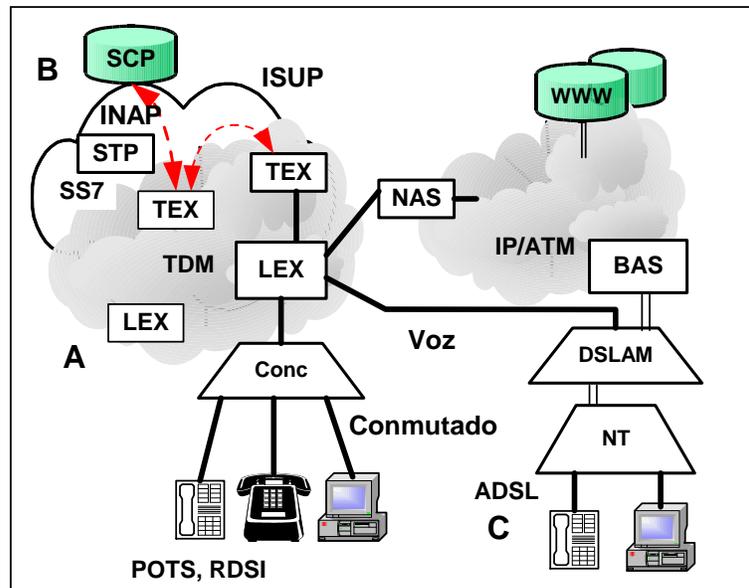


Figura 1.2 Etapa 1: RTPC para Voz e Internet.

- MDT y SS7 [A]. En este momento todo el tráfico se transporta sobre MDT y se manipula por una jerarquía de conmutadores de circuitos locales (LEX o Clase 5) y de tránsito (TEX o Clase 4). Toda la red de señalización relacionada con la voz (ISUP e INAP) se manipula por la red de señalización SS7.
- Servicios de Red Inteligente [B]. Los Servicios de Valor Añadido son provistos con recursos existentes en los propios conmutadores o a través de la Red Inteligente (IN).
- Acceso a Internet [C]. Con el crecimiento de los usuarios de Internet, los operadores proveen conectividad con los Proveedores de Servicios de Internet (ISP), bien a través de servicios conmutados de banda estrecha (RTPC y RDSI) o mediante la introducción de técnicas xDSL. Especialmente ADSL garantiza comunicaciones de voz y datos, manteniendo un servicio POTS heredado, con la utilización de splitter para separar estos servicios de voz.

### 1.3.2 Consolidación de la RTPC.

Los Operadores Establecidos amplían sus inversiones en todos los niveles de la red en línea con el crecimiento en subscriptores [29]. Una forma segura para comenzar este proceso es la

consolidación de su infraestructura de RTPC, seleccionando productos “NGN listos” para la expansión e introducción de nuevos servicios, que permitan la obtención de ganancias adicionales como se ilustra en la figura 1.3.

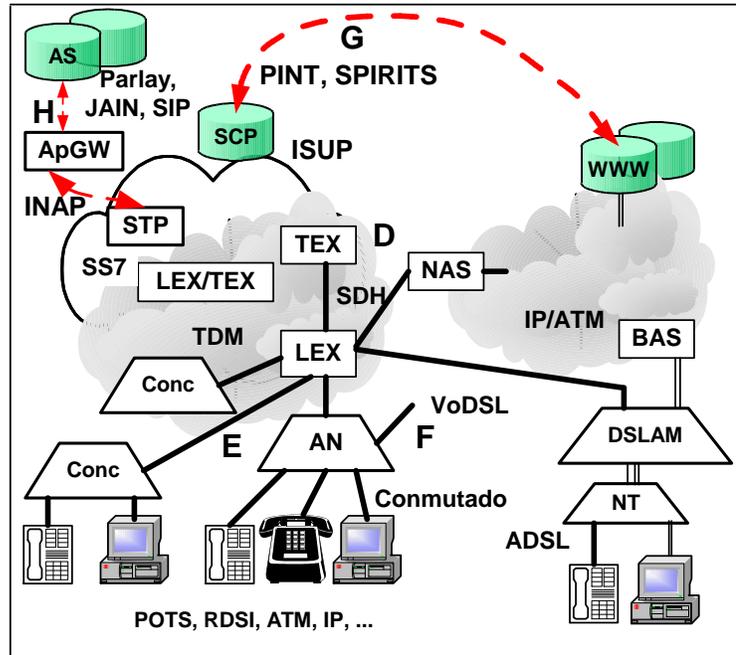


Figura 1.3 Etapa 2: Consolidación de la RTPC

- Consolidación del Conmutador [D]. Desarrollo de un pequeño número de grandes centrales (locales y de tránsito) con capacidades de conmutación incrementadas e interfaces de alta velocidad (ejemplo SDH, ATM) para reducir gastos del capital operacional del Proveedor y habilitar el rápido desarrollo de nuevos servicios. Conmutadores “redundantes” pueden ser convertidos en concentradores de acceso remoto adicional. La introducción de nuevas tecnologías dentro de las centrales permite a los operadores reducir gastos y reutilizar el equipamiento de conmutación para nuevos servicios de datos.
- Consolidación de los Accesos [E] y VoDSL [F]. Añadiendo nuevos nodos de acceso (AN) y actualizando los existentes, los operadores capitalizarán sus redes RTPC, mientras extienden el área y el ancho de banda ofrecido a subscriptores individuales (la fibra estará más cerca de los usuarios finales). Nuevas tecnologías de acceso proveerán acceso multiservicio para servicios de voz (POTS y RDSI) y datos (ADSL, ATM, IP) y así preparan el camino para las NGN.

Entre las nuevas tecnologías en los accesos, se incluirán los servicios de Voz sobre xDSL, los cuales se basarán, bien en ATM (directo) o en IP (sobre ATM).

Voz sobre xDSL (VoDSL) [9]. En lado de la instalación del abonado un IAD (Dispositivo de Acceso Integrado) multiplexa los flujos de voz y datos sobre el enlace DSL, utilizando ATM como capa de transporte. Los flujos de voz se multiplexan sobre una conexión virtual (CV) AAL2 ATM hasta una pasarela de voz que termina el CV ATM y proporciona acceso a la RTPC mediante interfaces V5 o GR.303. El Servicio de Emulación de Lazo (LES), define los protocolos para controlar los canales AAL2 entre un IAD y la pasarela de voz.

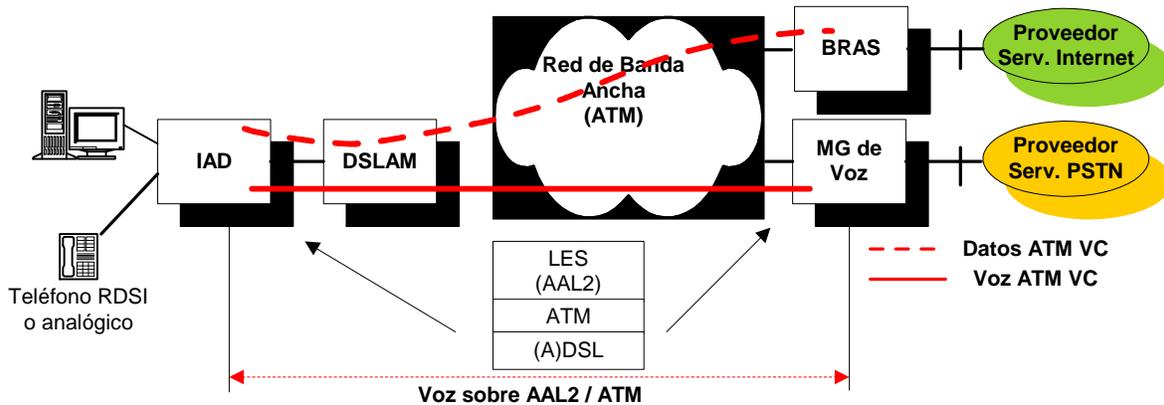


Figura 1.4 Voz sobre AAL2/ATM

Como se observa en la figura 1.4, aprovechando la infraestructura anterior también pueden prestarse servicios puramente de datos. El flujo de éstos últimos, se transporta hasta un Servidor de Acceso Remoto de Banda Ancha (BRAS), que termina la Conexión Virtual ATM y utiliza la Capa 5 de adaptación ATM (AAL5), proporcionando de esta forma acceso a Internet.

Voz sobre IP sobre xDSL (VoIPoDSL) [38]. Utilizando VoIPoDSL se posibilita al operador ofrecer servicios de voz clásico regulados mediante parte de la RTPC en el rango de frecuencia provisto por xDSL, permitiendo nuevos servicios de voz con mejores prestaciones, debido a la posibilidad de utilizar anchos de banda superiores a 64 Kbps. (Ver figura 1.5)

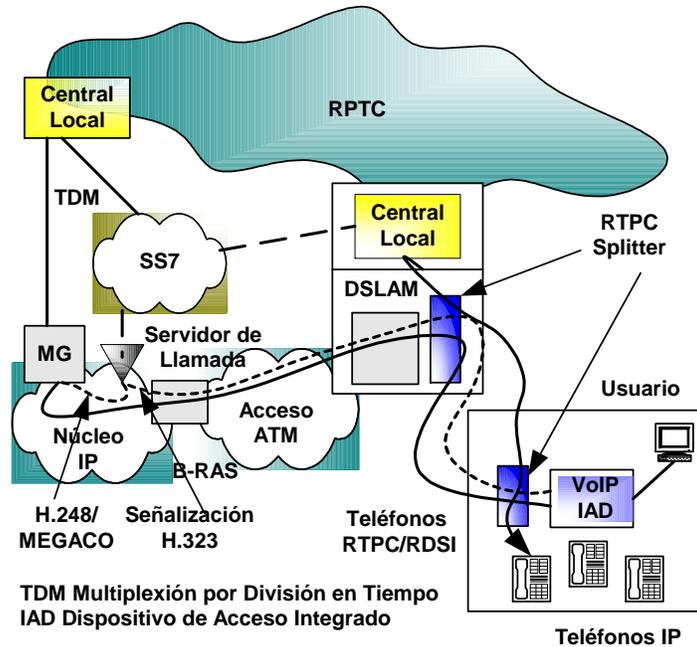


Fig. 1.5. VoIP sobre una solución ADSL.

- Red Inteligente – Servicios Convergentes de Internet [G]. Un Punto de Control del Servicio (SCP) de la Arquitectura de Red Inteligente puede utilizarse para integrar voz y datos dentro de aplicaciones comunes. También mediante servidores en Internet, será posible proveer servicios convergentes, que son aquellos que conectan un dato basado en IP con una llamada de voz (por ejemplo Click para Discar, que permite a los usuarios alcanzar desde una página Web a otros usuarios mediante VoIP, sin necesidad de discar desde la RTPC). Estos servicios en la mayor parte de los casos requieren anchos de bandas mayores que 64 Kbps, aunque algunos se satisfacen con esta velocidad. Estas demandas se soportan utilizando tecnologías xDSL en los accesos. Otros servicios pudieran ser Llamada en Espera en Internet, Mensajería Unificada, etc. Para la comunicación con Servidores en Internet, los SCP tienen que adoptar protocolos como PINT y SPIRITS (Ver Anexo D).
- Acceso a Servicios Abiertos [H]. En la preparación para NGN y en busca de las ganancias extras que aporten los nuevos servicios, el Operador de Red debe desarrollar Pasarelas de Aplicaciones con interfaces abiertos (entre los que se encuentran OSA / PARLAY, JAIN, SIP) hacia Servidores de Aplicaciones (AS) de terceras partes.

### 1.3.3 Voz sobre Paquetes para los enlaces.

Uno de los objetivos básico que se persigue con la introducción de NGN es moverse a una única infraestructura basada en paquetes. El transporte de voz migrará suavemente a alguna de estas tecnologías IP, IP sobre ATM, IP + MPLS sobre ATM.

Inicialmente, los operadores enfocaron este escenario como una vía para descargar el tráfico de Larga Distancia de su red MDT. Esto se ilustra en la figura 1.6.

- Enlace mediante Pasarelas Integradas [I]. El primer paso para la migración a VoP es extender la funcionalidad de las Centrales Locales existentes con Pasarelas de Enlaces integradas, para la conversión de la voz MDT en paquetes (IP o ATM), lo cual protege las inversiones realizadas con anterioridad, al tiempo que provee al operador de una red basada en paquetes, que sirve de enlace con las centrales de tránsito, donde ya es posible ahorrarse puertos de 2 Mbps en tecnología MDT.
- Pasarela de Enlace [J] con Softswitch Clase 4 [K]. Los conmutadores existentes que no disponen de pasarelas pueden dotarse de pasarelas de enlace externas controladas por un Softswitch Clase 4 (utilizando H.248 o Megaco). El Softswitch trabaja como un Conmutador o Central de Tránsito Clase 4, con características similares, interfaces de señalización (ISUP, INAP) y acceso a Servicios de Valor Añadido (Red Inteligente)

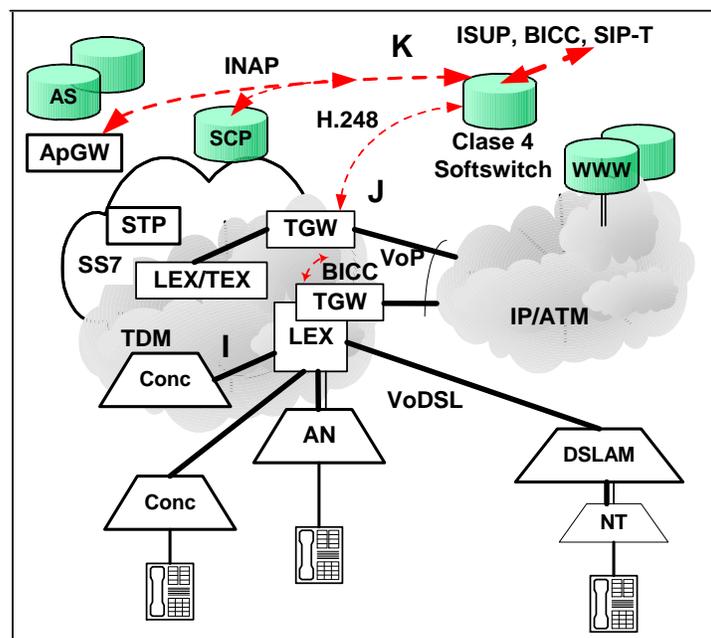


Figura 1.6. Etapa 3: Voz sobre Paquetes para enlaces

### 1.3.4 Voz sobre Paquetes para los Accesos

Para mercados con rápido crecimiento o con agresivos desarrollos de accesos de banda ancha (ADSL, LMDS, cable), los operadores pueden introducir la Tecnología de Voz sobre Paquetes para asimilar el crecimiento en la red de acceso, o como un medio para descargar las Centrales Locales.

- Softswitch Clase 5 [L]. Estos se dotan con características de Centrales Locales y serán elementos de control compartido. En dependencia de la topología de los usuarios finales, la densidad, los requerimientos de los servicios y otras características de las pasarelas de voz que controlará, existirán distintas alternativas (Ver figura 1.7). El control a las pasarelas se realiza utilizando el protocolo H.248 / Megaco o MGCP.
- Pasarela Residencial [M]. Los suscriptores que disponen de servicios ADSL pueden instalar una Pasarela Residencial o IAD con funcionalidad de VoP, posibilitando al usuario de banda ancha conectividad en modo paquete de extremo a extremo.
- Pasarela de Acceso en el DSLAM [N]. Es una alternativa a tener que realizar la actualización en las instalaciones de los suscriptores. El operador que proporciona el servicio ADSL puede optar por proporcionar funcionalidad VoP al DSLAM.
- Pasarelas de Acceso Distribuidas [O, P]. Otra opción para conectar los suscriptores de voz directamente a las redes de datos es introduciendo nuevas Pasarelas de Accesos o actualizando los nodos de acceso (AN) existentes con esta funcionalidad.
- Teléfonos IP [Q]. Los Softswitch Clase 5 pueden terminar los protocolos de señalización usuario-red, tales como H.323 y SIP, en los que puede basarse el funcionamiento de los Teléfonos IP.

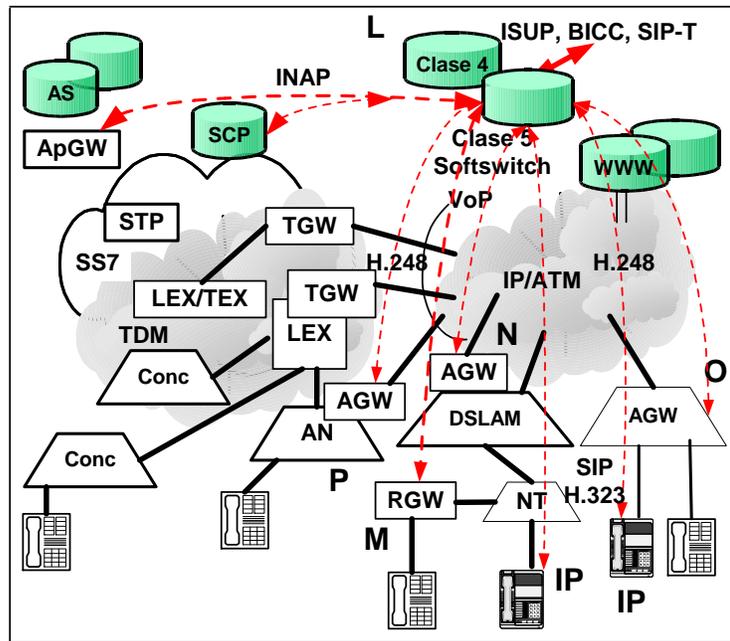


Figura 1.7. Etapa 4 Voz sobre Paquetes en accesos e instalaciones de usuarios.

### 1.3.5 Introducción de Multimedia

La introducción de los accesos de banda ancha y la convergencia de las redes conducirán al despliegue de un nuevo rango de datos y servicios multimedia [29]. Estos nuevos servicios permitirán a los Operadores establecidos diferenciarse de los nuevos competidores.

- Clientes IP [R] con Softswitch MM [S]. Un requisito para el desarrollo de un servicio multimedia es la disponibilidad de terminales apropiados. Las Computadoras Personales son un buen punto de comienzo, pero es de esperar que la convergencia de las computadoras, usuarios y tecnologías de comunicaciones resulten en nuevos dispositivos multimedia. La comunicación de los dispositivos multimedia con el Softswitch seguirá basándose en protocolos tales como H.323 y SIP. Para el soporte de nuevas redes y capacidades de los terminales, el Softswitch se actualizaría con sesión de medios mezclados y control de QoS.
- Portales e Interfaces Abiertos [T]. Con la introducción de nuevos modelos de negocios y nuevos actores (ejemplo Operadores de Redes Virtuales, Proveedores de Aplicaciones de Terceras Partes, Proveedores de Contenidos), se requerirá para el acceso a las aplicaciones autenticación, autorización, registro, roaming, perfiles del suscriptor, etc) y plataformas service broquering (para negociación de capacidades de terminales, servidor de políticas, agregación de contenidos, etc). Tales portales no sólo proporcionarán a los Operadores de Red de nuevas

oportunidades de Negocios como Revendedor de Servicios, sino que además posibilita una clara separación del control de la red y del control de la funcionalidad de los servicios. En este entorno NGN, las aplicaciones y la red se comunicarán mediante protocolos estandarizados SIP y APIs (ejemplo JAIN, OSA / PARLAY).

- Nuevas Aplicaciones [U]. La evolución del Portafolio de Negocios hacia datos y multimedia se considera como un requisito para que un Proveedor de Servicio de Telecomunicaciones, se diferencie, crezca y genere nuevas ganancias. Entre algunos ejemplos de aplicaciones multimedia están las llamadas/conferencias que involucran distintos medios, Mensajería Instantánea y Servicios de Presencia y Localización. El desarrollo masivo de nuevas aplicaciones será posible por la disponibilidad de servidores de aplicaciones y terminales, con herramientas de creación de servicios fáciles de utilizar.

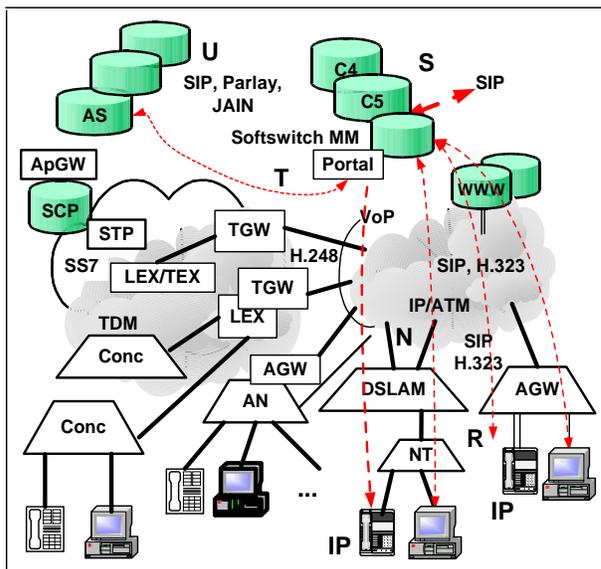


Figura 1.8. Etapa 5: Multimedia.

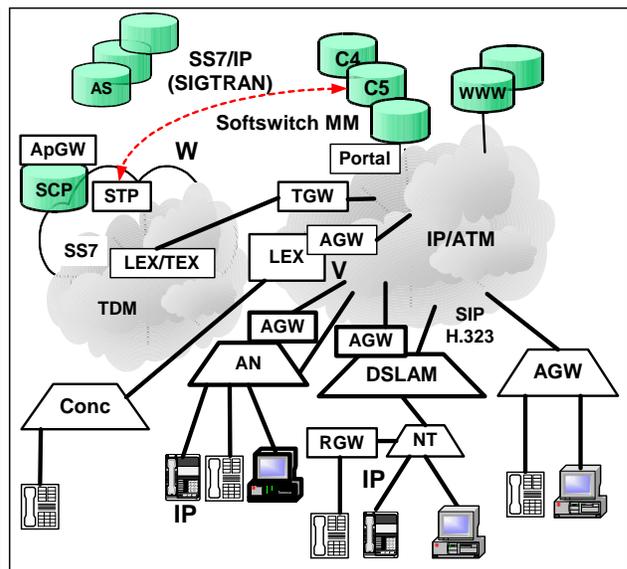


Figura 1.9. Etapa 6: NGN Total.

### 1.3.6 Migración a NGN total.

Como etapa final de la migración hacia la total NGN, el equipamiento RTPC restante se transformará o reemplazará por componentes de red compatibles con NGN

- Reemplazamiento del Equipamiento Legado [V]. Al final de su vida, las centrales MDT existentes y los nodos de accesos son transformados o reemplazados por Pasarelas de Enlaces, Pasarelas de Acceso y Softswitches.

- Migración a señalización IP total [W]. Mientras se mantienen las capas superiores intactas (SCCP, ISUP; TCAP, INAP), las capas bajas de la red de señalización 7, serán reemplazadas por un equivalente basado en paquetes, como se definió por los grupos de trabajo IETF SIGTRAN

### **1.3.7 Migración hacia NGN utilizando la Plataforma de Acceso Integrada Multiservicio.**

Frecuentemente los operadores establecidos se encuentran con la necesidad de satisfacer las crecientes demandas de servicios de telecomunicaciones, que van desde los servicios telefónicos básicos hasta el acceso a Internet de alta velocidad, al mismo tiempo deben garantizar que las inversiones en desarrollo permitan su utilización futura en el proceso de migración a las NGN.

Los Concentradores de Línea Digital (DLC), permiten extender el alcance de las Centrales Locales (LEX) de forma que puedan cubrir mayores áreas de servicio, en particular cuando las mismas presentan distribuciones de población diseminadas [49] [50]. Estos nodos de acceso también se utilizan para la sustitución de las Centrales Analógicas en la medida que el Proveedor de Servicio decida digitalizar estas centrales. Un DLC es una unidad de conmutación remota controlada desde una LEX, y que provee multiplexación o concentración de llamadas telefónicas para ahorrar recursos de transmisión entre localizaciones remotas y la central. Integra en un único dispositivo de red de acceso, todos los elementos que se utilizan para acceder a las distintas redes de servicio existentes.

Los DLCs han evolucionado en los siguientes aspectos:

- Proporcionando interfaces de señalización estándar con la LEX (Ej. GR- 303, V5.1/2) que han independizado los nodos de acceso de los conmutadores y como consecuencia abre los accesos al mercado.
- En el mismo nodo de concentración integra cualquier tecnología de transmisión (cobre, fibra, PDH, SDH) y de acceso hacia la central según sea más adecuada al escenario de desarrollo dado.
- Proporcionando un conjunto completo de interfaces de usuarios para soportar diferentes servicios, entre ellos POTS, RDSI de banda estrecha, hasta cualquier tipo de línea dedicada para datos de banda estrecha n x 64 Kbps, submúltiplos, etc.

- Proporcionando la separación (dirección de red) de los servicios de telefonía y datos, para las correspondientes redes superpuestas.
- Integrando los accesos de banda ancha ADSL, HDSL, SDSL, en general xDSL, lo que constituye la principal etapa de evolución en esos elementos de acceso de nueva generación.

Esto conforma lo que se conoce como Concentradores de Lazo Digital de Nueva Generación (siglas en Inglés NGDLC), que se basan en una Plataforma de Acceso Multiservicio Integrada (IMAP siglas en Inglés). La integración de esa plataforma con la Pasarela de VoIP es un elemento ideal en la transición hacia NGN (nodos de acceso IMAP con función de Pasarela de Acceso).

La arquitectura interna de un IMAP debe soportar los siguientes principios de diseño para proporcionar al operador la flexibilidad requerida para sus aplicaciones de red:

- Cuadro de equipo (shelf) universal, es decir, aloja todas las tarjetas de interfaz necesarias tanto en el lado subscriptor, como en el lado de la red.
- Ranura de servicio (slots) universal, cualquier posición del cuadro es capaz de alojar cualquier tipo de servicio, facilitando la flexibilidad requerida cuando se planea y dimensiona la red de acceso. Si la red se encuentra en operaciones, pueden producirse cambios imprevistos de las demandas de servicio. Un DLC permite satisfacer las solicitudes mediante cambio de tarjetas.
- Permiten la mezcla de servicios en cualquier proporción.
- Permiten la conectividad con distintos núcleos de redes, mediante interfaces estándar MDT V5.X, redes de líneas dedicadas, Frame Relay, ATM u otras redes IP multiservicio.
- Las ranuras de servicio universal permiten la adición en forma abierta y flexible de tarjetas servidoras que agregan funciones a la plataforma como Servidores de Acceso Remoto IP, pasarelas de VoIP, Multiplexores de Trama Frame Relay (FR). Además pueden proveer Fax sobre IP (FoIP) y datos sobre IP en la banda de voz. También se pueden crear bancos de modems para proveer servicio conmutado IP.
- Completamente redundante: Permite considerar el equipamiento con funcionalidad grado operador al proporcionar compatibilidad con los rigurosos requerimientos de confiabilidad de las redes de telecomunicaciones públicas.

- Diseñado en configuraciones interior / exterior.
- Ofrecen gestión integrada y abierta de los elementos de red, que permiten el aprovisionamiento remoto de servicios y suscriptores, teniendo en cuenta que esas plataformas son generalmente no atendidas.
- Basado en estándar: Tanto en señalización como en gestión, proporcionando las bases para un mercado abierto en los accesos.

Las llamadas MDT son terminadas en la tarjeta servidora, donde se produce la conversión del plano de conducción desde los canales PCM a 64 Kbps al esquema de codificación de voz escogido en la red IP. La voz se paquetiza y se envía sobre RTP/IP/AAL5/ATM. La voz paquetizada sobre ATM es multiplexada con datos que vienen sobre ATM, por ejemplo desde módulos de línea ADSL. ATM se escoge como la mejor forma para proveer QoS en los dominios de acceso y multiplexación de servicios.

Con respecto al plano de control, la señalización del suscriptor es terminada en el Controlador de Banda Estrecha y convertida a señalización de acceso (V5). La tarjeta servidora proporciona el interfuncionamiento entre esta señalización MDT y la señalización H.248 hacia el Servidor de Llamadas.

Una ventaja importante, es que los suscriptores pueden ser provistos con servicios MDT o de VoIP, lo que garantiza una evolución segura para operadores que migren hacia una red de paquetes de voz.

La posibilidad de mezclar en diferentes proporciones los accesos a diferentes servicios sobre un único nodo es de gran relevancia, en la evolución de los escenarios posibles. Los nodos IMAP se organizan en anillo por lo que pueden garantizar funcionamiento a usuarios de diversos servicios agrupados en distintos sitios.

Pudiera darse el caso que en el primer momento de desarrollo de la red la mayoría de los servicios sean POTS o RDSI, mientras que los accesos a Internet se realicen vía conmutada y en general sean pocos o ninguno los servicios de banda ancha. En una etapa posterior cuando se desplieguen redes de banda ancha, entonces se requerirán tarjetas ADSL en reemplazo por ejemplo de las tarjetas RDSI. Es posible también que en un sitio determinado pocos suscriptores demanden accesos ADSL de banda ancha, por ejemplo, una pequeña población donde se requiera el acceso de banda ancha para una escuela, y algunas oficinas administrativas mientras

---

que el resto de la población demandan sólo servicios POTS y acceso conmutado a Internet. En este caso, la plataforma IMAP evita la necesidad de desarrollar un nodo DSLAM adicional en este sitio, proporcionando acceso a los servicios desde el mismo equipamiento electrónico.

En un primer desarrollo, una IMAP puede concentrar todos los servicios POTS y accesos RDSI sobre una interfaz de acceso estándar tal como V 5.2, mientras que por una interfaz de transporte separado (sólo lógico pues comparten el mismo medio físico) son conducidos los datos en banda ancha sobre ATM.

En la migración a un escenario NGN, el control de llamadas reside en el Servidor de Llamadas, el cual controla la función de Pasarela de Acceso de VoIP y todos se localizan en el nodo de acceso. Entre la pasarela antes considerada y el Servidor de Llamadas trabaja el protocolo H.248. Ahora los paquetes de datos de banda ancha y los de VoIP pueden fluir a través de la misma interfaz.

En esas condiciones, se puede comenzar a paquetizar la voz gradualmente en la red de acceso, con la utilización de la Pasarela de Acceso de VoIP. Simultáneamente, el Servidor de Llamadas será actualizado, añadiendo funciones de control de llamadas de una Central Local (Clase 5). En un momento determinado el operador puede congelar la extensión de su red RTPC, actualizar sus Servidores de Llamada a Clase 5, y cada nuevo subscriptor que se conecte a un IMAP se provee en modo paquetes, con lo cual la RTPC quede totalmente reemplazada por el servicio de VoIP.

Preparar la parte de acceso de las redes para la evolución hacia un escenario NGN o proporcionar una función de Pasarelas de Medios de VoIP, integrada en la plataforma IMAP es una de las etapas cruciales que los Proveedores de Servicios deben vencer en el camino hacia la migración de sus actuales redes.

#### **1.4. Proveedores de Tecnologías de VoIP.**

Numerosos son los Proveedores de Tecnologías de VoIP para el segmento del mercado orientado a las soluciones clase operador y que al mismo tiempo han desarrollado una estrategia de migración hacia las NGN y las soluciones correspondientes. Algunos provienen del mercado de datos existente como es el caso de Cisco System y otros son tradicionales Proveedores de Tecnologías para la RTPC y en muchos casos han desarrollado sus propias plataformas de redes públicas de datos como es el caso de Alcatel, que según Dittberner Associates, Inc [16], es el principal proveedor de puertos digitales mundial. Entre éstos últimos también aparecen otros tan importantes como Lucent, Nortel, Siemens y Ericsson.

Son actores de las transformaciones de las redes actuales de circuitos hacia las redes de paquetes, importantes empresas que dan soluciones en este sentido como es el caso de VocalTec, promotor de la Telefonía IP en sus inicios junto a Cisco. También se ha producido una fusión muy importante entre antiguos proveedores de tecnologías de redes de datos y de equipamiento de RTPC, como es el caso de Cisco Systems e Italtel, de cuya unión ha surgido la solución Red de Paquetes Multiservicio, que será tratada más adelante por constituir aparentemente uno de los intentos más avanzados con aplicación real en la red de telecomunicaciones de Italia. Se exponen finalmente las propuestas de Alcatel por su amplia presencia en la actual red de Cuba. En la decisión de migración de las redes, otros Proveedores de Tecnologías debían ser estudiados, debido a sus soluciones atractivas como SIEMENS, con la plataforma SURPASS [37], que tiene como corazón el Servidor de Llamadas SURPASS hiQ y el Proveedor CIRPACK [10], con su plataforma universal de NGN, apoyada en potentes Softswitch Clase 4 y 5, que son capaces de manejar usuarios POTS, RDSI, MDT, datos y de VoIP, entre otros en el acceso, conectándolos a redes ATM, IP, IP + MPLS, etc.

#### **1.4.1 Cisco System e Italtel**

La Solución de Red de Paquetes Multiservicio de Cisco [40] define una arquitectura multiservicio de Puntos de Presencia (PoP), que permite a los Operadores Públicos de Telecomunicaciones nuevos y a los establecidos, ofrecer servicios de voz y datos sobre una red IP única, basada en conmutación de paquetes, capaz de conectar los PoPs. Esta solución provee la escalabilidad y características requeridas para Proveedores de Servicios fijos y móviles; múltiples arquitecturas de referencia y soluciones que acomoden tanto a pequeños como a grandes PoP, acceso a Internet y Redes Privadas Virtuales (VPN).

La solución consiste en la manipulación de la Voz por pasarelas de medios basados en Cisco MGX, con un Modulo de Servicio de Interfuncionamiento de Voz (VISM), servicios universales basados en las pasarelas Cisco AS5400 y servicios de control de voz soportados por la plataforma de Agente de Llamadas del Sistema de Conmutación de Servicios Italtel (iMSS). La serie AS5400 puede trabajar simultáneamente como un Servidor de Acceso a la Red (NAS) y una pasarela de voz para entregar servicios universales entre ellos Fax y VoIP sobre cualquier puerto y en cualquier momento.

También provee soporte adicional para servicios de Central Privada de Conmutación Automática remota, basadas en MDT, así como a concentradores remotos y equipos de accesos utilizando protocolos V5.1 o V5.2.

MPLS opera en el núcleo de la red (basado en los enrutadores Internet Cisco 12000), como un medio de encapsulación y conmutación de etiquetas de VoIP, VPN IP y tráfico de acceso a Internet. Además se provee diferenciación de servicios o Clases de Servicios (CoS), aplicando la gestión de tráfico, basada en Servicios Diferenciados (DiffServ) de la IETF para los paquetes que atraviesan la red.

Los componentes claves de la Solución de Red de Paquetes Multiservicio de Cisco son las pasarelas de medios y el Agente de Llamadas Italtel.

### **Pasarelas de Medios**

Entre ellas se encuentran la Cisco MGX 8230, 8250 y 8850, junto con Cisco VISM, y la Cisco AS5400 y A55400 HPX. Para oficinas pequeñas son adecuadas las pasarelas MGX 8230 con VISM, AS5400 y AS5400 HPX, mientras que para grandes aplicaciones, que requieran futuros crecimientos de capacidades son recomendadas las pasarelas MGX 8250 y 8850 con VISM.

### **Agentes de Llamadas**

El corazón de la solución es el Agente de Llamadas iMSS. Dos plataformas están disponibles.

- iMSS-4050. Un agente de llamadas versátil. La plataforma provee funciones de control para el tráfico de voz sobre la red IP, utilizando las pasarelas de medios para interconectar las redes IP y MDT. La plataforma se estructura poniendo en funcionamiento el iMSS en configuración pura y se utiliza donde el tráfico de los PoP es predominantemente de tránsito y se requieren características de agente de llamadas puro.
- iMSS-4040 Conmutador MDT y agente de llamadas versátil. Esta plataforma también provee funciones de control para el tráfico de voz sobre la red IP, pero además provee capacidades de conmutación MDT, enlazando las redes MDT a las pasarelas de medios. El iMSS funciona en una configuración enriquecida y la plataforma es adecuada cuando una cantidad significativa de tráfico MDT es conmutada en el PoP local o donde se requiere terminaciones RDSI, V5.1 y V5.2.

Como agentes de llamadas, tanto iMSS-4040 e iMSS-4050 interpretan los mensajes de señalización y enrutan las llamadas a través del backbone de paquetes. El iMSS es el MGC y la pasarela de señalización (SG), controlan el tráfico de voz a través de protocolos estándar. El MGC utiliza MGCP para controlar la pasarela de medios Cisco y de este modo controla las llamadas de

voz sobre la red MPLS. Las SG establecen un diálogo con los distintos protocolos de señalización basados en el Sistema de Señalización 7 (SS7).

Como conmutador MDT, el iMSS-4040 incorpora las características de un conmutador Clase 4, como son la potente conmutación de circuitos escalable y funciones de control de llamadas. Además puede operar como un conmutador Clase 5, aceptando accesos de razón primaria RDSI que proceden de usuarios de negocios (por ejemplo PABX), servicios telefónicos (POTS) y accesos de razón básica (BRA) para suscriptores RDSI. Soporta los interfaces V.51 y V.5.2.

### **Arquitectura General**

La figura 1.10, muestra una configuración simplificada que descarga el tráfico de voz sobre la red MPLS entre dos PoP. En la parte derecha de la figura se muestra el Agente de Llamadas (iMSS-4050 en configuración pura), controlando un MGX con VISM como pasarela que interconecta las redes MDT e IP. A la izquierda el Agente de Llamadas (iMSS-4040 en configuración mejorada), provee capacidades de conmutación MDT y controla la MGX con VISM. El iMSS también provee Interfaz de Razón Primaria RDSI y conexiones V5.1 y V5.2 para concentradores y PABXs MDT remotas.

### **Aplicaciones de la Solución de Redes de Paquetes Multiservicio de Cisco.**

La Solución de Redes de Paquetes Multiservicio soporta tres aplicaciones claves.

- **Tránsito de voz por la RTPC y las Redes Móviles.** Descarga tráfico de voz de los circuitos de voz tradicionales sobre el backbone MPLS, reduciendo los gastos operacionales y de inversión en los conmutadores de circuitos tandem, al tiempo que habilitan servicios de datos. También puede descargar tráfico de voz de los ambientes de voz móviles donde la interfaz hacia la red legada es a través de Centros de Conmutación Móviles (MSC) en una Red Móvil Terrestre Pública (PLMN).
- **Puerto Universal.** Esta aplicación libera servicios conmutados universales (entre ellos fax y VoIP) sobre cualquier puerto en cualquier momento utilizando las MGs AS5400 o AS5400HPX operando simultáneamente como un NAS y como una pasarela de voz.
- **Acceso de Usuarios Remotos.** Esta aplicación provee Interfaces de Razón Primaria RDSI y conexiones V5.X para PABXs MDT remotas y concentradores soportados por interfaces V5.1 y V5.2.

Son soportadas las funciones de gestión de la configuración, fallas, funcionamiento y de las cuentas mediante un sistema de gestión de elementos relevantes. Es posible configurar la interconexión de los elementos de la red y la activación, modificación y eliminación de los servicios de usuarios.

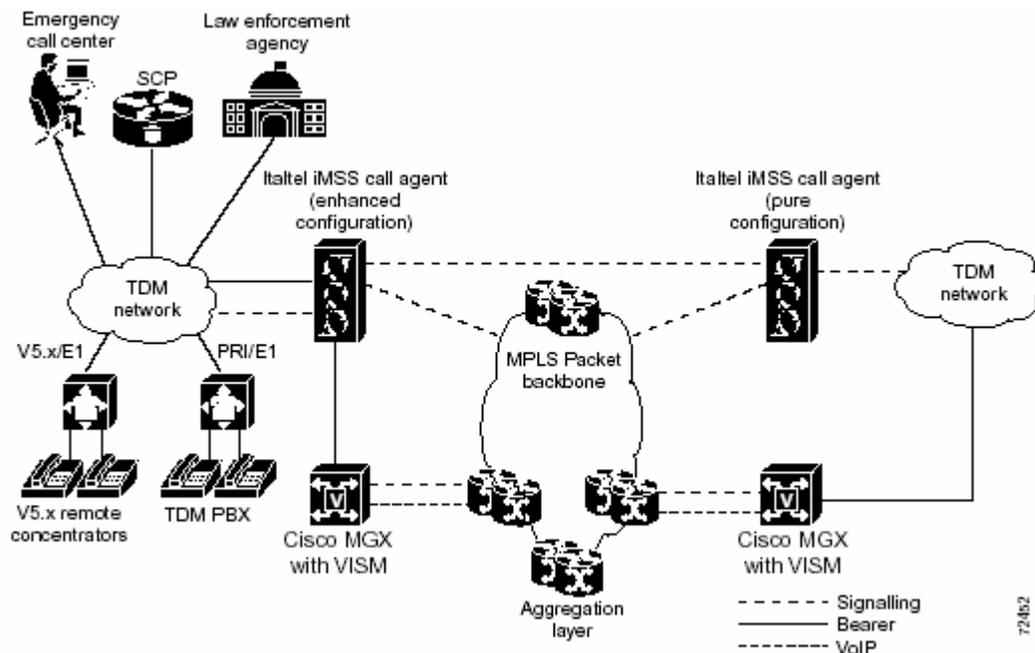


Figura 1.10. Arquitectura de la Solución de Red de Paquetes Multiservicio de Cisco.

La gestión de las fallas permite la detección, aislamiento y corrección del comportamiento anormal de la red. La solución HP Open View NNM junto con la Gestión de Fallas y Problemas de Italtel, entregan una visión panorámica de la red global o puede utilizarse para monitorear el núcleo, los accesos, las pasarelas de medios y los agentes de llamadas.

La funcionalidad del desempeño de la red permite evaluar su aptitud para el soporte de los servicios. Es posible la obtención de las Estadísticas de todos los elementos de red, incluidas las de gestión de tráfico. También como parte de la solución, la gestión de los recursos permite la utilización de los servicios de red, según el suscriptor dado, así como el cobro por los mismos.

#### 1.4.2 Soluciones de Alcatel.

Alcatel es un proveedor con gran presencia en las redes de telecomunicaciones de Cuba, tanto en el área de la conmutación, como de la transmisión, incluso su tecnología de Red Inteligente se utiliza en estos momentos en el país.

Dentro del marco de los servicios de voz y multimedia, Alcatel ha desarrollado diversas soluciones que van desde VoIP hasta la provisión de nuevos servicios de Próxima Generación, que garantizan al mismo tiempo la migración de una red de voz, basada en MDT hacia una Arquitectura de Próxima Generación Clase 4 y Clase 5. A continuación se muestran algunas soluciones de Alcatel [2] aplicables en el ámbito de la red de Cuba.

- **Solución MGC Alcatel 1000 E10.** Los conmutadores Alcatel 1000 E10 instalados pueden actualizarse y operar en un entorno NGN. Esto incluye utilizar Pasarelas de Voz sobre Paquetes para protocolo IP o ATM y una matriz de conmutación de banda ancha de paquetes. En etapas posteriores Alcatel 1000 evolucionará hasta convertirse en un Softswitch (aplicación Clase 4 / Clase 5) o como una pasarela de acceso controlada por un Softswitch. Esto garantiza una transición sin interrupción que protege la inversión anterior del Proveedor de Servicios.
- **Descarga de tráfico de la RTPC.** El creciente tráfico conmutado para acceder a Internet, crea no pocos problemas a los operadores establecidos que se ven en la obligación de ampliar sus redes con equipamiento tradicional, para evacuar un tráfico que por su naturaleza se adapta mejor al paradigma de paquetes. Con esta solución el tráfico con destino a un ISP se extrae de la RTPC en el PoP más cercano a la red de paquetes. La solución de Alcatel para banda estrecha está basada en una combinación de Alcatel 5424 CSG (Pasarela de Señalización de Llamadas) y de Alcatel 7410 RAS (Servidor de Acceso Remoto). Las llamadas a Internet se enrutan mediante el RAS más cercano a una red IP o ATM, utilizando líneas troncales de bajo coste entre el RAS y la central local. El Alcatel 5737 SMC (Centro de Gestión de Servicios) proporciona funcionalidad a los Proveedores de Servicio para dar una gama completa de los mismos. Otra posibilidad de conexión para un ISP es mediante el Alcatel 5020 Softswitch, con la aplicación de descarga IP. La conexión con el operador RTPC, se realiza por medio de un enlace de interconexión normal (IMT), en lugar de los tradicionales y costosos, enlaces PRI. En este caso, son considerados como una terminación de operador.
- **Telefonía IP.** Es una aplicación que corre en la plataforma Alcatel 5020 Softswitch, proporcionando la inteligencia que se requiere para establecer conexiones de voz entre abonados IP nativos que utilizan dispositivos de comunicación basados en IP, tales como teléfonos software sobre PC, Asistentes Digitales Personales (PDA), o teléfonos IP sobre SIP / H.323 y entre abonados IP nativos y abonados RTPC tradicionales conectados a la red IP a través de pasarelas IP. Proporciona servicio tanto al segmento residencial, como empresarial. Los primeros se benefician fundamentalmente de los servicios de voz tradicionales y de los

servicios multimedia. El mercado empresarial se beneficia además con una amplia variedad de servicios gestionados de VoIP / VPN (Red Privada Virtual) que ofrece el paquete de Aplicación IPT. Los Proveedores de Servicios estarán especialmente interesados en la solución VPN-Wholesale integrada en la Aplicación IPT Alcatel 5020 Softswitch.

- **Desvío del tráfico de Larga Distancia.** El Desvío de Larga Distancia (LDB) es una aplicación que corre sobre la plataforma Alcatel 5020 Softswitch. Esta aplicación, ofrece una solución competitiva para el transporte de tráfico de voz sobre una red basada en IP, constituyendo una alternativa para evitar las redes RTPC de larga distancia / interurbanas y desplegar servicios VoIP rentables. Las llamadas de voz, originadas en la red RTPC local, se entregan a la red IP por medio de pasarelas de enlace IP controladas por la aplicación LDB del Alcatel 5020 Softswitch.
- **Clase 4 Red Próxima Generación.** Esta solución está dirigida a los operadores que necesitan reemplazar conmutadores de circuitos Clase 4 obsoletos, o desplegar una red NGN superpuesta para manejar el tráfico creciente de voz en el núcleo de la red. También le es factible a operadores que proporcionan interconexión y operadores locales. Dentro de las fronteras del operador es posible direccionar los cambiantes flujos impuestos por las nuevas corrientes de tráfico de interconexión y el creciente tráfico móvil. Se mejora la utilización de los enlaces de menor utilización, sin aumentar sus capacidades como consecuencia de la conexión virtual “todos con todos” proporcionadas por el núcleo de red de paquetes a todas las conexiones físicas troncales.
- **Clase 5 Red Próxima Generación.** Se aplica cuando el operador necesita reemplazar los conmutadores de circuitos Clase 5 obsoletos. Alternativamente permite a un operador desplegar una red NGN superpuesta, para manejar un gran incremento del número de abonados. Un Softswitch puede dar servicio a más de un área y en principio se despliegan en los extremos de una gran red o como el primer Softswitch del núcleo de una pequeña red. Los Softswitches de Clase 5 pueden dar servicio con todo tipo de terminales (teléfonos estándar, teléfonos IP, nuevos terminales multimedia y PCs conectadas directamente a la red de datos o vía pasarela de medios. Lo fundamental es que un Softswitch puede reemplazar de manera total y viable a los conmutadores de circuitos de Clase 4 y Clase 5 y además proveen un amplio rango de nuevos servicios de valor añadido.

Además Alcatel provee productos de transporte de datos, especialmente importantes para la migración a NGN son los incluidos en la Categoría de “Soporte de datos y Plataformas IP”, entre los que se encuentran:

- **Alcatel 7270 Concentrador Multiservicio.** Basado en una plataforma de convergencia y agregación de tráfico de banda ancha multiservicio o de servicio único. Es capaz de entregar IP [3], voz y video, ATM, transmisión de celdas y Frame Relay, así como servicios de emulación de circuitos (CES) sobre MDT y servicios de red óptica síncrona / jerarquía digital síncrona (SONET/SDH).
- **Alcatel 7470 Plataforma Multiservicio.** Basada en paquetes y de calidad de operador proporciona una plataforma de convergencia y de agregación de tráfico de banda ancha de servicio único o multiservicio, entregando los mismos servicios del Alcatel 7270 MSC.
- **Plataforma Alcatel 7670 Plataforma de Enrutamiento/Conmutación.** La plataforma de enrutamiento / conmutación (RSP) Alcatel 7670 es una solución de conmutación y enrutamiento altamente configurable y escalable, diseñada para ofrecer a los operadores una gran flexibilidad y seguridad de la inversión al construir sus redes.
- **Alcatel 7770 Central Optica de Banda Ancha (OBX).** Es una poderosa plataforma de núcleo IP / MPLS de próxima generación. Su rendimiento y calidad de operador permite conectividad sin interrupción, colocándolo en una posición ventajosa en el mercado actual.

### 1.5 Experiencias reportadas por operadores de telecomunicaciones.

En general es poca la información desde el punto de vista técnico que los Operadores de Telecomunicaciones Establecidos aportan relacionada con el despliegue de la Telefonía IP en sus redes, aún cuando todos los más importantes la consideran como una aplicación lógica en la migración a las redes de paquetes, especialmente utilizando el protocolo IP. Por ello en este punto se seleccionó la información que Telecom Italia ha aportado en este sentido y además se señalan de manera general algunas formas en que ha sido introducida en las primeras etapas, donde aún se conserva un escenario de clara separación entre las redes de voz y de datos. En sentido general este escenario se caracteriza por dos tendencias fundamentales.

Por una parte los Operadores Establecidos propician acceso a estos servicios desde sus terminales tradicionales del mundo MDT, marcando un número de acceso al servicio. Los conmutadores tradicionales son enlazados con una pasarela de medios que convierte la voz en

---

paquetes, que son transportados mediante redes propias IP o ATM, donde se necesita garantizar la QoS requerida por los clientes. En China [23] y otros países se han construido redes IP utilizando este tipo de plataforma, provista por VocalTec para liberar servicios de Telefonía IP.

Por otra parte, proliferaron Operadores Competitivos, mucho de los cuales a partir del desarrollo de sus propias redes de datos flexibles y escalables, basadas en paquetes garantizaron un despliegue veloz de la infraestructura y de los servicios que pueden ofrecer, con significativos ahorros en inversiones y en gastos de operación.

### **1.5.1. Caso Telecom Italia.**

Desde fines de 2002, el 100% de las llamadas de larga distancia entre Roma y Milán, así como el 50% de todas las llamadas internacionales a Europa de Telecom Italia, viajan por una red IP [20]. Esto representa un tráfico de más de 3,000 millones de minutos de llamadas telefónicas al año, transmitidas por una solución de VoIP, basada en la tecnología desarrollada por Cisco Systems e implementada por Italtel.

Los ahorros en gastos operativos, un mejor nivel de retorno sobre activos y la posibilidad de lanzar rápidamente nuevos servicios, fueron las razones principales por las que Telecom Italia decidió fusionar sus redes de voz y datos en un backbone IP. Esta red IP utiliza características con “servicio de clase” MPLS. El proyecto le permitirá a Telecom Italia ahorrar dos tercios de sus gastos operativos en los siguientes años.

Telecom Italia ha operado una red basada en conmutación de circuitos en paralelo con otra red para tráfico basado en datos e Internet dentro de su backbone IP. Con los pasarelas de Voz Cisco MGX 8000 recientemente instalados y con la solución multiservicio utilizada, Telecom Italia podrá ahora optimizar sus gastos en capital en la nueva red convergente IP de datos y voz. La red anterior utilizada para la voz se apoyaba en 66 conmutadores de tránsito nacional. En cambio, la nueva solución de voz conducirá todo el tráfico por sólo 24 nuevos Exchanges IP.

Estos Exchanges IP hacen uso de la flexibilidad y la resistencia de la infraestructura nacional IP/MPLS y le permiten a Telecom Italia operar mejor su red y lanzar más fácilmente nuevos servicios generadores de ingresos para voz, video y datos. Apoyado en estos mismos conceptos, el backbone Pan-europeo Multiservicio de Telecom Italia da soporte al transporte integrado de servicios de voz y de datos a lo largo de las principales ciudades de Europa y Norteamérica.

Telecom Italia trabaja en la implementación de los conmutadores locales (las líneas telefónicas) que conectan el borde de la red al núcleo de la misma. Ello permitirá que Telecom Italia obtenga beneficios por mayores ahorros en gastos operativos.

Otros operadores han desarrollado servicios de Telefonía IP dirigido al mundo empresarial, por ejemplo Telefónica Data ofrece un servicio de acceso indirecto el que se alcanza a través de las redes de acceso de otros operadores, el transporte se realiza a través de la red IP de Telefónica Data España y la terminación nuevamente utiliza redes de acceso de otros titulares. En cualquier caso, el origen de las llamadas lo realiza un cliente que previamente se ha dado de alta en el sistema. En este caso, el acceso al mismo se efectuará por medio de la marcación de un código de selección de operador.

British Telecom (BT) España ha anunciado un servicio de Telefonía IP, también dirigido a empresas en ese país [1]. BT considera que el 30 % de las grandes empresas españolas migrará hacia la integración de la voz y los datos en los próximos 5 años. BT garantiza calidad y funcionalidades de servicio de voz tradicional (portabilidad numérica, llamada en espera, desvío de llamadas, etc.)

### **1.5.2. Formas de Acceso al Servicio.**

El servicio de Larga Distancia (LD) de VoIP son las llamadas de teléfono a teléfono y de fax a fax a través de una red de datos en lugar de hacerlas a través de la RTPC. Los abonados usan las líneas telefónicas y las máquinas de fax convencionales para acceder al servicio desde la casa o móvil.

Las formas de acceso a los servicios de LD de VoIP, que un Proveedor de Servicios ofrece son:

**Acceso Simple Indirecto.** Para este servicio los abonados están en una ubicación fija. El principio es sencillo, el usuario registrado, cuyo número se almacena en la base de datos del Proveedor de Servicios, accede al servicio de voz por medio de un código predeterminado. Las llamadas podrán ser Internacionales o LD Nacional, tanto desde el sector residencial como empresarial, con tarifas preferenciales o servicios adicionales por un precio competitivo. El acceso indirecto es habitual en la mayoría de los países desregularizados y se utiliza como el método primordial de acceso a portadoras alternativas donde el lazo local no está disponible o resulta muy caro.

**Acceso Indirecto con Tarjeta de Llamada.** Se diferencia del anterior en que se trata de un servicio que se ofrece a los abonados desde una ubicación móvil o remota. Se accede al servicio de voz de LD con un número dado que lo identifica, desde cualquier teléfono del área de influencia del Proveedor de Servicios, sin necesidad de un teléfono fijo en su residencia u oficina. Por tanto, este tipo de servicio es apto para penetrar en áreas y mercados donde existe un número limitado de teléfonos fijos. Con la verificación del número de tarjeta o PIN por la base de datos del Proveedor de Servicios, el usuario puede escoger entre diversas opciones y realizar llamadas telefónicas de LD. Su característica principal es la facilidad de acceso.

Existen tres tipos comunes de servicio de tarjeta de llamada. Los mismos son:

**Tarjetas de Llamadas Prepago.** Tienen a un valor nominal y se identifican por un número de 10 a 14 dígitos que está en un área de la tarjeta recubierta de alguna forma. Este número al descubrirse y corresponder a un lote correcto será admitido por el sistema de facturación. Estas tarjetas tienen una fecha de expiración o periodo de validez a partir del momento en que se comienzan a utilizar y no son recargables. Las llamadas se desconectan cuando se consume el valor de las mismas. Debido a la vida limitada de la tarjeta, los ingresos adicionales proceden de las tarjetas no utilizadas; a veces ese valor no usado puede llegar al 10-20%. Esto se denomina “breakage”.

Los usuarios pueden acceder al servicio desde cualquier teléfono, incluyendo las cabinas públicas. La principal ventaja para el Proveedor de Servicios es que el usuario paga por adelantado las llamadas telefónicas.

**Tarjeta de Llamadas prepago recargable.** La diferencia con el tipo anterior es que la tarjeta puede recargarse con un crédito adicional. El sistema informa a los usuarios de la tarjeta que el valor del crédito está a punto de caducar. Si lo desean, pueden conectarse a un operador que tomará nota de los detalles de su tarjeta de crédito o débito y automáticamente añadirá crédito a la tarjeta en el sistema. El usuario se desconectará cuando el crédito se haya gastado.

**Tarjetas de Llamadas postpago.** Utilizadas de forma similar a la tarjeta prepago con la diferencia que se obtiene mediante la firma de un acuerdo de servicio con un proveedor dado. En algunos casos, la tarjeta tendrá un límite mensual y la cuenta se cancela mensualmente, mediante factura y el historial detallado de llamadas. La facturación regular y el historial detallado convierten estas tarjetas en las favoritas de las empresas que tienen empleados que viajan con frecuencia.

## **CAPITULO 2: Aspectos Claves en el Diseño e Implementación de la Telefonía IP.**

Los Operadores de Telecomunicaciones, se enfrentan a nuevos retos en el despliegue de la Telefonía IP, debido a la naturaleza de las redes que hoy se están implementando para soportar el tráfico de voz, basadas en la conmutación de paquetes, en lugar de la “decadente” conmutación de circuitos.

En este Capítulo, se analizarán los puntos críticos a considerar para el despliegue de la Telefonía IP, según el MSF [17] de forma que se preserven las mejores prestaciones y la alta confiabilidad de la RTPC y se potencien las ventajas esperadas por los Operadores y Clientes de las tecnologías emergentes, basadas en los nuevos escenarios donde existen numerosos y complejos requerimientos, muchos de los cuales, no existían en la telefonía tradicional y que deben ser considerados desde la etapa de planeamiento de las nuevas redes.

### **2.1 Requerimientos claves en el despliegue de la Telefonía IP.**

La mayoría de los Proveedores de Servicio reconocen que las redes de VoIP de extremo a extremo constituirán la tecnología soporte de las telecomunicaciones del futuro, sin embargo, para que esto sea efectivamente cierto, se deben considerar requerimientos claves que aseguran la equivalencia con la RTPC actual, especialmente en cuanto a la calidad ya alcanzada por la antigua red. Entre estos requerimientos se encuentran: [17]

- Conjunto de servicios a ofrecer y los tipos de terminales de usuarios soportados en los extremos.
- Selección del protocolo(s) de señalización.
- Seguridad
- Calidad del Servicio (QoS).
- Confiabilidad / disponibilidad
- Temas Regulatorios e Intervenciones Legales
- Emergencia y Servicios de Operadoras.
- Enrutamiento de Llamadas y Plan de Numeración

- DTMF y otros tonos y eventos telefónicos. Soporte de Fax, modem y TTY
- Firewall (Corta Fuego) y Traducción de Direcciones de Red (NAT siglas en Inglés).
- Facturación
- Interconexión de Red y Trayectoria de Migración
- Sistema Soporte de Operaciones (siglas en Inglés OSS) y Autoconfiguración.
- Utilización del ancho de banda.

### **2.1.1 Conjunto de servicios a ofrecer.**

Una decisión crucial que deben considerar los operadores para desarrollar una red de VoIP es el conjunto de servicios que necesitan ser provistos. El rango de los mismos debe ir desde los más sencillos que hoy se prestan por la RTPC hasta los más complejos que desean los operadores con la finalidad de sustituir sus actuales infraestructuras de red por una convergente que soporte distintos medios y que esté al alcance de todos sus subscriptores.

Otra parte importante del diseño, es la selección de los terminales de usuarios en los extremos, en correspondencia con los servicios que se proporcionarán en la nueva red. No existen límites en la selección de los terminales, no obstante, a continuación se ejemplifica con algunos requeridos para obtener equivalencia con los servicios provistos en la RTPC. Entre los posibles terminales están:

- Terminales POTS convencionales
- Teléfonos IP
- PBX y Key Systems
- Software de Clientes que corren en una Computadora Personal (incluyendo aplicaciones basadas en la Web).

### **2.1.2 Selección del protocolo(s) de señalización.**

Numerosos protocolos de señalización han sido desarrollados para una solución de VoIP, entre los que se encuentran:

- Protocolos de control de dispositivos tales como H.248 / Megaco, MGCP, etc.
- Protocolos de señalización de acceso a los servicios, tales como SIP, H.323, etc.
- Protocolos de Señalización de Servicios en la Red, tales como SIP, SIP-T, BICC, etc.

La selección del protocolo a utilizar en la red del Proveedor de Servicios, depende del conjunto de estos que serán ofrecidos y del equipamiento disponible para proveer esos servicios. Por ejemplo una red debe soportar SIP para proveer acceso a teléfonos SIP.

### **2.1.3 Seguridad.**

La RTPC ha sido muy resistente a los ataques de seguridad y estas no han sufrido problemas significativos desde la introducción de la Señalización No.7 fuera de banda. Una red de VoIP de Próxima Generación es mucho más susceptible a los ataques de seguridad y debe tenerse en cuenta principalmente los tres siguientes:

- Denegación de servicio
- Robo de servicio
- Invasión de privacidad

#### **2.1.3.1 Denegación de Servicio.**

Este tipo de ataque impide que usuarios legítimos de una red accedan a las ventajas y servicios ofrecidos por la misma. Estos ataques difícilmente se producen en la RTPC, pero son muy comunes en las redes IP. Como se conoce numerosos ataques han logrado afectar servidores Web en Internet, incluyendo sitios gubernamentales de alta seguridad.

En una red compleja existen muchas posibilidades de ataques de denegación de servicios. Algunos ejemplos incluyen el envío de falsos mensajes de señalización de modo que un Agente de Llamada es engañado haciéndole creer que una parte ha descolgado, otro ejemplo es el bombardeo de un dispositivo con ping u otros paquetes tan frecuentemente que este no puede disponer de suficiente potencia de procesamiento para atender las solicitudes legítimas. Un hacker pudiera hacer que una Pasarela de Subscriptor envíe mensajes ftp u otro tipo de tráfico de datos como tráfico de voz de alta prioridad, lo cual evidentemente crearía dificultades en el desempeño de la red.

### **2.1.3.2 Robo de Servicio.**

Estos ataques apuntan al Proveedor de Servicios, cuando el atacante simplemente quiere utilizar un servicio sin pagar por el mismo. En la RTPC es lo que se conoce como fraude del suscriptor, donde este establece una cuenta con un proveedor, proporcionando una información falsa para la facturación, por ejemplo una tarjeta de crédito robada. Otras formas de robos son más técnicas, engañando la red en el aprovisionamiento de un servicio libre. Las llamadas de Larga Distancia fraudulentas, son más comunes cuando la red utiliza señalización DTMF dentro de banda.

El ancho de banda en las redes de acceso de VoIP, incluso utilizando DSL, es aún un recurso limitado, especialmente se requieren bajas pérdidas de paquetes y jitter para una buena calidad de voz. Por tanto, la red necesita protegerse de los suscriptores que hacen mala utilización de la alta prioridad en la utilización del ancho de banda. Un ejemplo de esto es si dos Agentes Usuarios SIP pudieran establecer una llamada directa entre ellos, accedando con la más alta prioridad de ancho de banda sin tener en cuenta los Servidores SIP y por tanto sin facturar el servicio.

### **2.1.3.3 Invasión de Privacidad.**

Los suscriptores de la RTPC esperan que sus llamadas sean privadas y que terceras partes no puedan escucharlos (con excepción de las interceptaciones legales). La RTPC obtiene la privacidad por mecanismos de seguridad físicos, esto es, el par es conectado de la casa del suscriptor a la central local o al lazo digital del portador y no se puede acceder fácilmente al mismo.

Este no es necesariamente el caso de las redes de VoIP, en particular las redes de cables e inalámbricas utilizan un medio compartido lo cual es proclive a la escucha a menos que se utilice encriptación. En redes que utilizan ATM con accesos DSL, que son fundamentalmente punto a punto, la encriptación no es necesaria, considerando que el núcleo de la red es seguro.

### **2.1.4 Calidad del Servicio (QoS)**

Uno de los requerimientos claves para el desarrollo generalizado de VoIP es la aptitud para ofrecer un servicio “toll quality” equivalente al existente en la RTPC. Actualmente muchos operadores están mirando hacia las NGN como un medio para entregar mucha mayor calidad de voz.

La calidad de voz percibida es muy sensible en particular a tres criterios de funcionamiento claves en una red de paquetes.

- Demora
- Jitter (variación en la demora de arribo de paquetes).
- Paquetes perdidos

IP por su naturaleza provee un servicio del mejor esfuerzo, no garantizado. Por tanto, se requiere implementar una adecuada solución de QoS en la mayoría de los casos donde el simple sobre aprovisionamiento no puede garantizar la satisfacción de calidad.

Existen gran número de tecnologías que pueden ser escogidas para proveer soporte QoS tal como Diffserv, MPLS y ATM. Sin embargo, el objetivo de tales soluciones es siempre garantizar priorización de los flujos de voz sobre los datos de mejor esfuerzo y asegurar que el servicio de voz no sea comprometido por patrones impredecibles.

### **2.1.5 Confiabilidad / Disponibilidad.**

La RTPC obtiene una confiabilidad de cinco nueves, equivalente a menos de cinco minutos de interrupción por año y maneja millones de llamadas simultáneas.

La confiabilidad y escalabilidad requerida puede ser obtenida en una red VoIP utilizando equipos y redes redundantes y en régimen de compartición de carga. El Agente de Llamadas, pasarelas de acceso, pasarelas de enlaces, pasarelas de señalización y los servidores de medios necesitan ser tolerantes a fallas. Los tipos de funcionalidades frecuentemente utilizados para obtener tolerancia a fallas incluyen:

- Hardware redundante
- Conexiones de red redundantes
- Capacidades de cambio o conmutación en caliente (hot-swap).
- No único punto de falla
- Software y firmware que puede ser actualizado sin pérdidas del servicio.

### **2.1.6 Intercepción Legal.**

Históricamente las intercepciones legales de las conversaciones telefónicas han estado bien definidas. Típicamente la orden judicial de intercepción se hace llegar al Proveedor de Servicio telefónico dado, el cual procede a extraer toda la información necesaria que se entrega a los órganos competentes. La introducción de VoIP, complica este proceso considerablemente.

Las leyes varían de acuerdo al lugar. Los siguientes requerimientos son típicos para cualquier red incluyendo las redes de VoIP y la RTPC.

- Ninguna derivación de la línea telefónica se permite sin una orden judicial.
- Las derivaciones son aplicadas a números telefónicos, no a sospechosos en particular.
- Las derivaciones caen en dos categorías.
  1. Detalles de las llamadas. Registros y trazas, tanto de llamadas realizadas como recibidas son pasados a los órganos correspondientes.
  2. Contenido de la llamada. Los contenidos de las llamadas en curso se pasan a los órganos correspondientes.
- El sospechoso no debe detectar la derivación, esta se realizará dentro de la red y no en la pasarela del suscriptor.
- Es responsabilidad del operador de telecomunicaciones que origina o termina llamadas realizar la intercepción legal.

Las redes de VoIP típicamente tienen los Agentes de Llamadas separados de las pasarelas de medios. El Agente de Llamada es responsable del control de las llamadas y colecta todos los detalles requeridos de las mismas, pero no ve sus contenidos, de modo que este debe ser tomado en alguna otra parte de la red.

Como conclusión todas las llamadas bien permanezcan dentro de la red IP del operador o acceden a otra red (ejemplo RTPC) deben ser enrutadas por el Agente de Llamadas mediante un dispositivo capaz de duplicar los contenidos y pasar estos a los órganos competentes.

### **2.1.7 Servicios de Emergencia y Operadoras.**

La RTPC soporta extensivamente los Servicios de Emergencias y de Operadoras. En Estados Unidos, por ejemplo, los suscriptores pueden discar 911 o un número equivalente local y alcanzar los servicios de Emergencia bajo casi cualquier condición. En Cuba, hay varios servicios a los que se accede discando un determinado número década “1”, tales como Bombero, Policía, Reparaciones, etc. Una Red VoIP de Próxima Generación debe proveer similar soporte lo que conduce a los siguientes requerimientos:

- Soporte para interfaces de servicios de Emergencia y Operadoras heredados, por ejemplo MF y SS7.
- El soporte para línea viva, es un requerimiento regulatorio que exige que en caso de fallo de AC en las instalaciones del usuario sin respaldo energético, al menos una línea quede activa.
- Provisión de información local de modo que la localización física del llamador pueda ser determinada. Este es un servicio no existente en Cuba.

### **2.1.8 Enrutamiento de Llamadas y Plan de Numeración.**

La RTPC es capaz de enrutar llamadas entre teléfonos en cualquier lugar del mundo, gracias a la existencia de un bien definido plan de numeración nacional e internacional.

Las tablas de enrutamiento pueden ser construidas utilizando este plan de numeración para proveer conectividad de extremo a extremo.

Uno de los retos en la integración de las redes de conmutación de circuitos y las redes de conmutación de paquetes es como direccionar las llamadas que pasen de una red a otra. Se asume como deseable la existencia de un plan de acceso global integrado para el suscriptor. Es común originar llamadas en redes IP para otras redes, pero es menos común que llamadas de otras redes terminen en redes basadas en direcciones IP (excepto el caso particular de PBX IP). Para alcanzar suscriptores de estas últimas redes, desde la RTPC, deben desarrollarse esquemas de numeración / direccionamiento entre los dos tipos de redes.

La Comisión de Estudio 2 de la UIT está estudiando posibles opciones de solución:

- Asignación de recursos de numeración E.164 a dispositivos IP.

- Interfuncionamiento de servicios entre diferentes sistemas de direccionamiento de subscriptores en la RTPC y las redes IP, utilizando el protocolo ENUM de IETF.

ENUM define una arquitectura y un protocolo basada en un Sistema de Nombres de Dominio (DNS), para el mapeo de un número telefónico E.164 a un Identificador de Recursos Uniformes (URI). Los URIs son cadenas de caracteres que identifican recursos tales como documentos, imágenes, ficheros, bases de datos y direcciones de correo electrónico, por ejemplo, <http://www.itu.int/infocom/enum/> es el URI del sitio de la UIT en la Web, que muestra una visión de las actividades de ENUM. [48]

Toda la información relacionada con el abonado deberá centralizarse en el DNS, almacenada en el registro NAPTR (Naming Authority Pointer) [7]. Estos registros se utilizan para identificar formas disponibles de contactar un usuario, teniendo presente que para cada uno pueden ser varias las vías de comunicación. Este mecanismo de localización cubre toda la telefonía (RTPC, RDSI, SIP; H.323), así como las comunicaciones tipo email, fax o Web. Cualquier Gatekeeper, Proxy SIP o central telefónica puede acceder a la información para localizar y contactar con el usuario mediante consultas al DNS. La información almacenada en un DNS ENUM puede modificarse dinámicamente, completamente transparente para la red.

ENUM propone utilizar números telefónicos E.164 (únicos para cada usuario) como alias para identificar todos los usuarios finales y localizarlos independientemente de que se encuentre disponible a través de uno o varios terminales H.323, SIP, RTPC o RDSI.

La Comisión de Estudio 2 de la UIT, opina que las entidades administrativas, incluido los administradores del DNS, deberían observar las disposiciones aplicables a las Recomendaciones vigentes de la UIT, en lo que respecta a la inclusión de recursos E.164 en el DNS. La RFC 2916 establece un protocolo que discute el uso de DNS para el almacenamiento de números E.164 y los servicios disponibles conectados a ese número.

A los estados miembros de la UIT, les interesa la gestión internacional neutral adecuada de la raíz de la estructura DNS ENUM, hay propuestas para que esta se asigne a la UIT como órgano directivo que se encarga también de la gestión del sistema de numeración E.164.

Existen temas técnicos no resueltos relacionados con ENUM, en cuanto al comportamiento consistente que deberá ser asegurado entre la Telefonía y los segmentos de Internet de una llamada establecida entre subscriptores de la RTPC e IP.

Un resumen de las capacidades de una red VoIP de Próxima Generación necesarias para garantizar el direccionamiento / enrutamiento de llamadas es:

- Planes de Numeración / Direccionamiento Nacional e Internacional, por ejemplo implementaciones ENUM.
- Interconexión a la RTPC y a números E.164
- Esquemas de direccionamiento de puntos extremos SIP.
- Asignación de números / direcciones a cada teléfono y temas de portabilidad de números
- Enrutamientos de llamadas entre números / direcciones.
- Cada pasarela de medios puede ser configurada con una lista de números telefónicos E.164 y las correspondientes direcciones IP.

### **2.1.9 DTMF y otros tonos y eventos telefónicos.**

Cuando utilizamos VoIP existe un problema en la transportación de DTMF y otros tonos y eventos telefónicos. Estos pueden fluir transparentemente cuando se utiliza un código de razón completa como G.711, donde la voz y los tonos son tratados de la misma manera, pero no se pueden transportar utilizando un codificador de baja razón de bits tal como G.729, diseñado para la voz no para los tonos, por lo que la transmisión de señales DTMF en banda con este codificador sólo conduce a la distorsión de las mismas, no pudiéndose recuperar en el extremo remoto.

Existen varias soluciones para el transporte de esos tonos y eventos, pero las más difundidas son:

- Cuando la pasarela está configurada con el codificador G.711, tiene dos formas para tratar los tonos DTMF que recibe.
  - a) Dentro de banda, es decir, trata las señales DTMF como voz las envía con los paquetes RTP normales, debido a que no hay deformación de las señales utilizando esta codificación.
  - b) Fuera de Banda, en este caso, la pasarela detecta las señales DTMF y genera paquetes RTP especiales (RFC 2833) hacia el otro extremo.
  - c) La opción **a**, es la más utilizada y algunos equipos sólo aceptan esta opción. La pasarela se debe configurar para indicarle como debe tratar las señales DTMF.

- Cuando la pasarela trabaja con el codificador G.729 (o el G.723), en este caso, la única forma de transmitir las señales DTMF es fuera de banda.

Si la línea telefónica está conectada directamente a la pasarela de medios (en este caso particular se denomina pasarela de Acceso), este equipo se encarga de coleccionar los dígitos marcados por un abonado y luego los reenvía al Controlador de Pasarelas de Medios (MGC), utilizando para ello el protocolo de control MGCP o H.248 / Megaco. También pudiera ser utilizado el protocolo SIP.

#### **2.1.10 Pared de Fuego y NAT transversal.**

Para el equipamiento residente en las instalaciones de los usuarios, tales como Teléfonos IP y Pasarelas de Subscriptores es posible que exista una pared de fuego en el extremo de la instalación de usuario. Además, el Traductor de Direcciones de Red (NAT) puede utilizarse para convertir direcciones IP internas a direcciones IP externas. Por tanto, es importante que el tráfico de medios RTP y los flujos de señalización (SIP, H.248, MGCP) puedan negociar tanto con el NAT como con la Pared de Fuego. Esta última es efectiva cuando asegura que sólo flujos autorizados entren o salgan de la red.

Existen grupos de trabajo en la IETF, entre los que se encuentra Midcom y NSIS, que abordan el tema de comunicación con Pared de Fuego y traductores de direcciones de red.

#### **2.1.11 Facturación y Conciliación.**

La RTPC tiene mecanismos seguros y extendidos para la facturación de los subscriptores y la conciliación entre Proveedores de Servicio. Actualmente la mayoría de los mecanismos para la facturación se basan en el uso, por ejemplo minutos de facturación, aunque algunos servicios son cobrados sobre la base de una tarifa plana, por ejemplo las llamadas locales en los Estados Unidos.

Los Proveedores de Servicio generan Registros de Detalle de las Llamadas (los conocidos CDR) para el tráfico que entra o sale de sus redes y con estos se desarrolla el proceso de facturación.

Una red VoIP debe facilitar mecanismos similares para que los Proveedores de Servicios procesen los registros de los servicios brindados y obtengan las ganancias. Al menos, a corto plazo es probable que los mecanismos de facturación existentes permanezcan en el mismo lugar tanto para la conciliación entre operadores como para la facturación de los subscriptores, lo cual requiere de la generación de los registros CDR equivalentes. A largo plazo, la facturación pudiera estar basada

en el ancho de banda utilizado, requiriendo mecanismos alternativos de mantenimiento de los registros tales como los especificados mediante Internet Protocol Detail Record (IPDR), que es un estándar que se desarrolla con el objetivo de reducir el tiempo y costo de las mediciones de utilización de los servicios y el intercambio de los servicios de Próxima Generación.

#### **2.1.12 Interconexión de Red.**

La RTPC no es una red simple, sino un conjunto de redes operadas por miles de Proveedores de Servicio. En la frontera de cada red se requiere una interconexión de red. Los acuerdos de interconexión de redes cubren aspectos como puntos de interconexión, señalización, temporización, facturación y tarifas, capacidad de transporte, requerimientos regulatorios, etc. Debe tenerse en cuenta que los elementos a considerar en la interconexión requieren de la aprobación de reguladores relevantes.

Las redes de VoIP de próxima generación, tal como la RTPC, constituirá un conjunto de redes y de acuerdos de interconexión entre las mismas. Otros aspectos que requerirán acuerdos serán aquellos relacionados con la seguridad, QoS, protocolos de señalización (SIP, SIP-T, BICC), los cuales también deben tener la aprobación de los órganos reguladores.

#### **2.1.13 Trayectoria de Migración**

Aunque el objetivo es alcanzar una NGN de extremo a extremo, tomará tiempo en que desaparezcan las redes actuales. En la parte de acceso, esto significa el soporte de líneas telefónicas POTS y Concentradores de Línea Digitales (DLCs). En el backbone de la red, serán esenciales, la interconexión con la señalización SS7 y los enlaces MDT, los servicios 911 y de operadora, las bases de datos para los servicios tales como los 1-800 y la portabilidad de los números locales. Además la migración ocurrirá en redes de operadores diferentes y en proveedores de servicios individuales que pueden soportar tanto las redes NGN y las redes heredadas en paralelo.

Por lo planteado en el párrafo anterior, es crucial que las NGN faciliten soporte para las redes heredadas, así como interfuncionamiento confiable. Los Proveedores de Servicios deben establecer estrategias de migración que tengan en cuenta tanto la introducción de nuevos servicios como los interfaces requeridos con las redes heredadas.

### **2.1.14 Sistema Soporte de Operaciones (OSS).**

La RTPC dispone de muy extendidos Sistemas Soportes de Operaciones (OSS), que proveen funciones como:

- Aprovisionamiento mediante flujos
- Aislamiento de Fallas
- Pruebas de Lazos
- Alarmas
- Monitoreo del funcionamiento
- Definición de Políticas y su ejecución.

Una Red de Próxima Generación VoIP necesitará ofrecer similares niveles de OSS. Debido a las grandes inversiones existentes en sistemas OSS cualquier equipo nuevo requerirá integrarse con esos sistemas, por lo que deben soportar protocolos tal como Arquitectura de Negociación de Petición de Objetos Comunes, conocido más comúnmente por sus siglas en inglés CORBA (Common Object Request) y SNMP (Simple Network Management Protocol).

Las redes de VoIP, también introducen nuevos requerimientos tales como la facilidad para medir la calidad de la voz de extremo a extremo.

### **2.1.15 Utilización del Ancho de Banda.**

La voz digitalizada en una red de VoIP se transporta utilizando el Protocolo en Tiempo Real (RTP). Una muestra de voz típica es menos de 100 bytes, pero los encabezamientos combinados son al menos de 40 bytes. Para enlaces WAN de menores anchos de bandas tal como DSL o Cable, el encabezamiento adicional es significativo y reduce el número de canales de voz o el ancho de banda disponible. Una de las ventajas de VoIP, es la posibilidad de utilizar codificadores de menores razones de bits para ahorrar ancho de banda, pero se requerirá también un mecanismo para reducir la tara que introduce el encapsulado de los distintos protocolos utilizados en el transporte de las muestras de voz. Esto último se realiza comprimiendo los encabezamientos de RTP, UDP e IP. Sin embargo, esto requiere un enlace punto a punto y que los puntos extremos mantengan el estado por cada flujo RTP comprimido.

### **2.1.16 Soporte de Fax, modem y TTY.**

La RTPC garantiza el soporte de fax, MODEM y llamadas TTY. Casi todas las llamadas son completadas, por lo que una red VoIP debe garantizar un servicio de similar confiabilidad. Sin embargo, el tráfico de fax, modem y TTY impone restricciones adicionales más allá de las impuestas por la voz. Estos tipos de tráfico son más sensibles a las pérdidas de paquetes, pero menos sensibles al exceso de demora. Además los codificadores de baja razón de bits se optimizaron para tráfico de voz y no para otros tipos de tráfico.

La Recomendación T.38 define como un fax puede ser enviado en una red IP como dato puro, independiente del tráfico de voz. Sin embargo, este es un estándar relativamente reciente y requiere la utilización de una máquina fax con capacidad T.38 o una pasarela T.38. La UIT-T ha publicado estándares equivalentes para modem (V.150 y V.150.1) y trabaja en estándares para tráfico TTY.

El tráfico de fax, modem y TTY puede ser soportado satisfactoriamente sobre redes IP gestionadas mediante un codificador G.711. La pasarela de medios necesita detectar una llamada de cualquiera de estos dispositivos y en esos casos conmutará a G.711. La supresión de silencio y la cancelación de ecos también deben ser desconectadas.

### **2.1.17 Autoconfiguración.**

Una diferencia significativa entre la red POTS y una red VoIP de Próxima Generación es que para pasarelas de suscriptores o teléfonos IP, la inteligencia radica ahora en las instalaciones de los usuarios. Estos complejos dispositivos requieren más configuración que un teléfono POTS, de modo que la autoconfiguración de las pasarelas del suscriptor se convierte en un aspecto importante con el escalamiento de la red.

Algunos de esos requerimientos pueden estar dirigidos a la utilización de DHCP, pero otros requieren alguna forma de gestión utilizando interfaces SNMP, LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) u otros.

Hasta la fecha, no se ha trabajado en el tema de la autoconfiguración de las redes IP.

## 2.2 Planeamiento de Redes de Telefonía IP.

Los Operadores y Proveedores de Servicios que están comenzando a integrar redes de Telefonía IP, necesitan herramientas que los asistan en el planeamiento de las mismas.

En este punto, se analizan algunos elementos que se han de tener en cuenta para el planeamiento de las redes que soportan la Telefonía IP, en especial aquellos relacionados con el dimensionamiento. Estos se han sintetizado de las experiencias de proveedores como VocalTec, Cisco [43] y Alcatel, además de textos que recogen estos temas como en [33]. Existen también páginas Web que facilitan la utilización de herramientas en línea, para cálculos de dimensionamiento [52].

Los temas aquí tratados, son de interés para cualquier plataforma que se adopte. Este punto se complementa con los requerimientos que aparecen en los Anexos para el planeamiento de un sistema de la Arquitectura de VocalTec, probado en Cuba, que puede aportar experiencias para el diseño en otras plataformas.

### 2.2.1 Determinación del Ancho de Banda requerido.

A diferencia de la telefonía tradicional, no existe una regla simple para calcular el ancho de banda o razón de bits requeridos para la transmisión de voz sobre redes de paquetes IP. El equipamiento de VoIP debe ser capaz de manejar la pérdida de paquetes y la razón de transferencia apropiada que garanticen la QoS. En una red IP, cada paquete incluye un encabezamiento, el cual contiene la información para soportar las capacidades de conexión flexibles.

El tráfico de VoIP utiliza RTP para conducir la voz. Estos paquetes, son a su vez encapsulados sobre otros protocolos en dependencias de los niveles o capas por los que transiten, en este caso RTP/UDP/ IP/ Nivel físico (ATM, Ethernet u otros). Como se observa, la información de voz situada en el área de carga útil (payload), está acompañada de los encabezamientos que añaden los distintos protocolos [46]. Cada muestra de voz del lado MDT (duración de 125  $\mu$ s), codificada por ejemplo, con el estándar G.711, genera un paquete por el lado IP, compuesto por:

<b>Carga útil</b>	<b>Una muestra de voz(1byte)</b>	<b>Encabezado IP</b>	<b>20 bytes</b>
<b>Encabezado RTP</b>	<b>12 bytes</b>	<b>Encabezado Ethernet II+ FCS</b>	<b>18 bytes</b>
<b>Encabezado UDP</b>	<b>8 bytes</b>	<b>Tamaño Total del paquete</b>	<b>59 bytes</b>

Si en el lado MDT, aparecen 8000 muestras de voz por segundo, éstas requerirán un ancho de banda de 64 000 bps (8 000 muestras x 8 bits). Entonces por el lado IP, existirán 8000 paquetes de 59 bytes, que en términos de ancho de banda significaría 3 776 000 bps (8 000 paquetes x 59 bytes x 8). Por lo absurdo del resultado, queda claro que la paquetización de voz, no se realiza muestra a muestra MDT, sino con el conjunto de muestras vocales acumuladas durante un tiempo, lo que se ha dado en llamar período de paquetización. Un período típico es 20 ms, tiempo donde se acumularán 160 muestras vocales, que se llevan en la carga útil del paquete, con los mismos encabezados vistos anteriormente, de manera que su tamaño alcanza 218 bytes, por lo que recalculando el ancho de banda por el lado IP, se requerirían 87 200 bps.

Este valor, aunque más lógico, todavía consume en la salida, un ancho de banda mayor que el de la entrada, debido a la tara introducida por los encabezados de los protocolos de transporte. La necesidad de acumular muestras genera una distorsión adicional (demora) en la transmisión de la información, lo que conduce a un compromiso entre ahorros de ancho de banda y demoras de la transmisión de la voz paquetizada.

Para reducir el ancho de banda se pueden utilizar distintas herramientas:

- Suprimir silencios en el origen y no transmitirse, sintetizándose en el destino, aprovechando que en una comunicación entre un 50 y 60 % del tiempo no hay actividad vocal.
- Utilizar otros codificadores (ver Tabla 3 en el Anexo B) con razones de bits menores que los basados en G.711.
- Combinación de las posibilidades anteriores.

Si se utilizara un codificador G.729, asumiendo un período de paquetización de 20 ms, se requerirán por el lado IP, 20 vectores representativos de la voz (20 bytes). No obstante, por el lado MDT están llegando 8000 muestras por segundo, que dado el período de paquetización anterior, se ordenarán en el lado IP en 50 paquetes, de 78 bytes cada uno, lo que exige un ancho de banda de 31 200 bps (50 paquetes x 78 bytes x 8). En este caso 58 bytes corresponden a los encabezamientos y 20 bytes corresponden a la carga útil. Esto denota una baja eficiencia en el transporte.

Para resolver lo anterior, se desarrolló una técnica de compresión de los encabezados, que en casos de una estructura de conectividad simple, utilizando esquemas de agregación de canales,

permite llevar los encabezamientos de IP/ UDP / RTP de 40 a 2 o 4 bytes. Esta técnica se denomina compresión del header RTP ó “cRTP”. Partiendo del ejemplo anterior, utilizando cRTP, en lado IP, el paquete de voz se compondrá de los 20 bytes para la carga útil analizada antes, más 4 bytes para los encabezados comprimidos, más 18 bytes para el encabezado Ethernet II, de manera que el tamaño total del paquete, será de 42 bytes. En el lado IP, se requieren 16 800 bps de ancho de banda (50 paquetes x 42 bytes x 8).

Considerando la supresión de silencios, el ancho de banda puede reducirse a la mitad del valor obtenido. Cuando este proceso se realiza en el origen, se denomina VAD (Detección de Actividad de Voz), mientras que a la síntesis del ruido blanco en el destino se le denomina CNF (Comfort Noise Generation). Estas operaciones introducen una demora que ronda los 10 ms.

Como se observa el ancho de banda depende del codificador utilizado (determina el número de tramas por paquetes), de la tara introducida por los encabezamientos, de la utilización o no de la VAD y de la compresión del encabezamiento RTP.

En [5], se plantea que la red se debe calcular para los valores picos, en lugar de los valores promedios, lo que garantiza la más alta calidad para el tráfico de voz, aún cuando la red trabaje a su máximo potencial. Un razonamiento más práctico en este sentido, se sugiere en [33], donde se considera que sistemas con pocos usuarios necesitan ser dimensionados para valores picos, es decir, como si todos estuvieran activos, lo cual conduce a que una significativa parte del ancho de banda de los enlaces (mucho mayor que el 40%) no se esté utilizando la mayor parte del tiempo. Sin embargo, los sistemas con muchos usuarios se deben dimensionar con valores promedios, lo que permite utilizar la red más eficientemente y la dimensión del enlace es cercana al número de canales por la razón de bits utilizada como promedio para transmitir un canal.

En grandes sistemas telefónicos sobre la base de canales de 64 Kbps, la red se diseña con valores ligeramente superiores al promedio del número de llamadas simultáneas. Esto también es cierto para sistemas de Telefonía IP, no obstante la adición de codificadores con VAD, que permiten realizar multiplexación estadística entre canales activos y libres, conduce a dimensionar los enlaces con recursos de ancho de banda ligeramente superiores que la razón de bits promedio de los codificadores utilizados, tomando en consideración la razón de actividad de la conversación. En el diseño de una WAN de VoIP, debe considerarse el ancho de banda requerido por cada una de las aplicaciones en cada enlace.

En [5], se recomienda reservar hasta un 25 % del ancho de banda en los enlaces de la WAN para las actualizaciones de las tablas de enrutamiento y para la tara adicional producto de los encabezamientos. En [51], se recomienda aumentar en un 10 % el ancho de banda para garantizar la señalización y el control. Debe observarse si la razón de bits señalada en el codificador incluye la utilización de algoritmos de VAD [33] y en que forma trabaja el mismo. Los codificadores básicos, tienen una razón de bits nula en períodos silentes, pero codificadores como G.723.1 o G.729 realmente envían alguna información en estos períodos, describiendo el nivel de ruido ambiente y otros parámetros. También debe estar claro que la razón de bits expresada en las hojas de datos de los distintos codificadores pudiera no incluir el efecto real que la tara adicional por la transmisión de los encabezamientos introduce, de modo que este es un punto a verificar y de ser este el caso debe calcularse el ancho de banda requerido por efecto de los encabezamientos.

Un factor adicional en el dimensionamiento de las redes para el soporte de VoIP, es que estas son básicamente punto a multipunto a diferencia de la RTPC, cuyos circuitos están dispuestos en enlaces punto a punto. Por esto en las redes de VoIP, existe un agrupamiento del tráfico, de acuerdo a su lugar de destino, pero esto debe tenerse en cuenta en caso de ocurrencia de la caída de alguno de estos enlaces. Por lo que las rutas alternativas deben disponer de suficiente ancho de banda para asumir el tráfico de los enlaces interrumpidos.

### **2.2.2 Análisis de Capacidad.**

Estos análisis arrojan estimaciones de los requerimientos de capacidades de la red [51], que son necesarios para una población dada de usuarios. La determinación de los requerimientos para cualquier segmento de la red, debe considerar los siguientes elementos:

- Número de usuarios.
- Promedio y número pico de llamadas simultáneas.
- Número de líneas necesitadas para soportar llamadas simultáneas.
- Número de pasarelas necesarias en el PoP.

A continuación se proponen los pasos a seguir para determinar los requerimientos para un número dado de usuarios.

- Estimar las características de la hora pico.
- Determinación de la razón de bloqueo permitida durante la hora pico.
- Decidir sobre la calidad de la voz y cálculo de los requerimientos de ancho de banda.

#### Estimar las características de la hora pico.

La carga en la hora pico por usuario es el porcentaje del tiempo que se espera que este utilice la pasarela durante la hora pico, asumiendo que todas las llamadas son satisfactorias. Por ejemplo, si se espera que un usuario realice 2 llamadas de 6 minutos cada una, durante la hora pico, entonces genera una carga de 0.2 ( $2 \times 6 / 60 = 0.2$ ), esto es el 20 % de la línea está destinado a llamadas activas en la hora pico.

Existen diferentes métodos para la estimación de la carga en la hora pico. Una de las formas tiene en cuenta el tiempo de llamada total de un usuario por mes y el porcentaje de llamadas que ocurren en una hora pico.

Otro método es calcular la carga promedio y multiplicar esta por un factor basado en las estadísticas de uso en la hora pico, por ejemplo se espera que en la hora pico, la carga sea 10 veces la carga de llamada promedio. Los valores de carga promedio bajo varias condiciones de uso se muestran en la Tabla 1, del Anexo B.

Las cifras mostradas, representan el porcentaje (%) de la línea utilizada por las llamadas activas (esto es,  $0.0224=2.24\%$ ). Por ejemplo, asumiendo una distribución uniforme de llamadas durante las horas pico (0.14%) y un llamador con un promedio de 16 horas por mes, el % de la línea utilizado será de 2.24%.

La carga total en la hora pico en un PoP es simplemente la suma de las cargas generadas por los usuarios conectados al PoP. Si existen diferentes tipos de usuarios, tendrán que calcularse separadamente y finalmente sumarlos.

#### Determinación de la Razón de Bloqueo y del Número de Usuarios

La razón de bloqueo en la hora pico es el porcentaje de llamadas que pueden ser bloqueadas bajo las condiciones de esta hora.

El modelo de Erlang puede ser utilizado para estimar el número de usuarios simultáneos, considerando ambos extremos de la pasarela. El extremo de la RTPC usualmente requiere múltiplos de 30 (E1) o de 24 (T1) canales. La Tabla 2, que aparece en el Anexo B, basada en la fórmula de pérdida de Erlang, muestra la carga total, para múltiplos de 24 y 30 usuarios simultáneos y para algunos valores típicos de razones de bloqueo. Por ejemplo, para 24 usuarios simultáneos y razones de bloqueo de 0.5%, puede esperarse un promedio de 14.2 líneas activas o llamadas en curso.

### **2.2.3 Consideraciones sobre las Pérdidas de Paquetes en la red IP.**

En general, el ancho de banda de un enlace que tiene que conducir N llamadas, debe incrementarse hasta que el porcentaje de pérdidas calculado equivalga a la razón de pérdidas máxima tolerable.

La razón de pérdidas de paquetes es un valor promedio durante una llamada y debe mantenerse por debajo de este nivel la mayor parte del tiempo, no obstante pueden ser significativamente superiores para cortos períodos.

Los enrutadores disponen de buffer para el almacenamiento de los paquetes. Estos después de un tiempo dado se reenvían, de modo que ocurran pocas pérdidas o ninguna ante situaciones de congestión. La inclusión de buffer en los enrutadores, introduce en teoría un modelo más complejo para los análisis. Estos modelos pudieran requerir de políticas de descarte de paquetes en los terminales de recepción. Sin embargo, en las aplicaciones de Telefonía IP, no se puede tomar ventaja de un buffer de gran tamaño, debido a las demoras que sufren los paquetes en esas colas, reduciendo la interactividad de las conversaciones e incrementando el jitter, que causará el descarte de algunos paquetes si la demora extra excede un umbral.

Una buena práctica para dimensionar un enlace de VoIP es considerar que no existe buffer, lo cual conduce en los enlaces pequeños a una sobre provisión que puede utilizarse para aplicaciones de tráfico en tiempo no real.

Otro elemento a considerar en las redes son las características de la pérdida de paquetes (si son paquetes aislados o son secuencias enteras descartados) y determinar si el esquema particular de redundancia utilizado por la red trabaja como se advirtió.

### **2.2.4 Red dedicada para la Telefonía IP o mezcla de comunicaciones de datos y voz sobre un backbone IP común.**

Es factible y deseable, mezclar todo tipo de tráfico IP sobre una backbone común [33]. Pero para mantener un nivel razonable de QoS para los flujos de voz, es necesario tener enrutadores con capacidad de cola sofisticada. Aún en este caso, la mezcla de grandes datagramas IP y pequeños paquetes de voz, tendrá un impacto sobre la demora de extremo a extremo. Esto se debe a que un enrutador necesita esperar hasta finalizar el envío de un paquete antes de que pueda servir el próximo, aún cuando este sea de alta prioridad. En backbones dedicados a Telefonía IP, todos los paquetes serán pequeños y por tanto la demora en la espera será menor que en un backbone donde la mayoría de los paquetes son de 1500 bytes. Esta es una consideración válida sólo para enlaces de pequeño ancho de banda. El tiempo de espera rápidamente se hace despreciable cuando el ancho de banda del enlace se incrementa (1500 bytes son enviados en 1.2 ms en enlaces de 10 Mbps).

En backbones donde predomina el tráfico de datos, con relación al tráfico de voz, los enlaces utilizados tendrán mucho mayor ancho de banda que en los backbones dimensionados sólo para voz. Si la voz se prioriza en el backbone donde se utilizan distintos medios, las demoras ofrecidas en este, pueden ser bien inferiores a las observadas, con relación a aquellos dedicados sólo a voz. En realidad la tendencia del crecimiento del tráfico de datos en la actualidad es superior al de voz, por lo que es cada vez más común encontrar un escenario donde se mezclan distintos medios.

No obstante, algunos Proveedores de Servicio construyen backbones IP dedicados al tráfico de voz, bien porque sus enrutadores no puedan ser configurados propiamente o porque quieren reducir las demoras de extremo a extremo, tanto como sea posible para aplicaciones de alta calidad.

Se ha visto que se requiere planear una capacidad adicional cuando diseñamos una red IP dedicada para la Telefonía IP. Es muy tentador utilizar esta capacidad de reserva para datos “best-effort” cuando no son utilizados por los flujos de voz.

La primera condición para conducir flujos de voz sobre un backbone IP de propósito general, es garantizar pérdidas de paquetes pequeñas y que las demoras y el jitter en la red se mantengan en valores mínimos. Según [33], existen diversas formas para obtener esto:

- No hacer nada. El tráfico TCP cae cuando se enfrenta a una congestión en la red. El tráfico UDP tiende a ocupar todo el ancho de banda que necesita a expensas del tráfico TCP. La adaptación del tráfico TCP ocurre lentamente. Se envía tráfico y se interpreta las pérdidas de paquetes como congestión, entonces caerá el envío de paquetes TCP, manteniendo la red en un estado cercano a la congestión, causando pérdidas de paquetes marginales en el tráfico UDP.
- Priorizando el tráfico UDP. Esta es una forma de priorizar los flujos de voz. El efecto colateral es que se prioriza también todos los flujos UDP (tal como las consultas DNS). Esto es bueno en general, porque la mayoría de las aplicaciones que utilizan UDP, necesitan demoras mínimas. En redes públicas es una práctica peligrosa, pronto alguien intentará simular una conexión TCP sobre UDP, y más usuarios comenzarán toda suerte de trampas para enviar la mayor parte de su tráfico sobre UDP, que no es justamente el de voz. Por lo que este método solo es aconsejado para backbones corporativo.
- Utilización de niveles de precedencia IP. Muchos enrutadores pueden ser configurados para utilizar precedencia IP o la información DS en los paquetes IP para priorizar clases de tráfico. Los enrutadores se podrán configurar en diversas formas:
  - Asignando un ancho de banda mínimo a cada clase.
  - Asignando un peso a cada clase y compartiendo el ancho de banda disponible entre las clases.
  - Dar en el encabezamiento de una línea prioridad a una clase.

Es importante evaluar algunos de estos métodos, verificando el comportamiento del algoritmo de priorización que se utiliza. Muchas veces estos datos no son proporcionados por los fabricantes y no es suficiente con sólo tener el nombre del algoritmo (ejemplo, WFQ se utiliza como un término de mercadotecnia por muchos fabricantes para algoritmos de priorización que exhiben más o menos propiedades de priorización selectiva).

Tampoco debe ignorarse el comportamiento de los algoritmos de multiplexación de la capa 2. Si la red IP es construida sobre enlaces Frame-Relay (sin extensiones de prioridad), se podrá priorizar algunos paquetes IP, en ese nivel pero los conmutadores Frame-Relay ignorarán esta información.

Los proveedores de conectividad que utiliza ATM o backbones IP / TDM probablemente ofrezcan un soporte mejor para servicios de clases diferenciados, pero siempre es útil chequear las demoras y el jitter sobre un backbone compartido antes de tratar de utilizar este para cursar VoIP.

### **2.2.5 Guías para el diseño de la red para Telefonía IP.**

Una vez que se ha seleccionado la plataforma que se adoptará, los codificadores a emplear y se ha decidido la utilización o no de un backbone compartido con otros servicios, entre otras cuestiones importantes, pudiera utilizarse una guía como la propuesta a continuación para el diseño de una red para Telefonía IP, según los puntos siguientes:

1. Determine el tipo de servicio de Telefonía IP.
2. Hacer una lista con los recursos de red disponibles, poniéndose atención en la infraestructura de red VoIP que se construirá. La puesta en marcha de la red, debe hacerse cuando todos los puntos críticos de la misma, previstos en la etapa de diseño se resuelvan, especialmente aquellos relacionados con la calidad. En las comprobaciones se tendrá en cuenta que la demora de extremo a extremo no supere 150 ms. Según las recomendaciones dadas en [5], el diseñador debe reanalizar la red para soportar el escenario del peor caso, aún si este ocurre el 1 % de las veces.

Mientras más se verifiquen estos puntos en la red, mejores serán los resultados.

3. Estimar el número de usuarios y su distribución geográfica. Se necesita conocer cuantos teléfonos existen, donde están situados, frecuencia de utilización y en que proporción se utilizan. Estas informaciones pueden ser obtenidas de la facturación en un período de referencia dado.
4. Utilizar la información anterior para determinar el número de pasarelas y su localización. El número de usuarios determina el número de líneas disponibles y el número de éstas utilizadas simultáneamente, determina el número de pasarelas. Para situar la pasarela, son aplicables los mismos principios expuestos para la Arquitectura de VocalTec, que aparecen en el Anexo A
5. Determinar el número de gatekeepers, si se va a implementar una Plataforma H.323, o la ubicación de cualquiera de los otros dispositivos correspondientes a otras plataformas como son Servidores SIP, Agentes de Llamadas, MGC y otros, que según se estudió en el Capítulo I, en general se encargan de la señalización y del control de los flujos de los dispositivos de origen para establecer, mantener y terminar llamadas, así como otras funciones muy importantes relacionadas con la autenticación, facturación, soporte de la lógica de los servicios suplementarios, etc. En cualquier plataforma se verificarán los enlaces a estos dispositivos y se tendrán en cuenta sus posibilidades para atender solicitudes concurrentes. Por ejemplo, en el

Sistema VocalTec como el probado en el país, un gatekeeper puede soportar 92 CAPS (establecimiento de llamadas por segundo), unos pocos miles de registros de usuarios y cientos de miles de suscriptores en la base de datos.

En el Anexo A, se exponen algunos principios de la arquitectura antes mencionada, con relación a la ubicación de los gatekeepers que se pueden extrapolar a otras plataformas.

6. Uso de balance de carga (mediante el plan de numeración y los permisos de las pasarelas) y el planeamiento de la redundancia para minimizar la sobrecarga en las mismas.
7. Selección de una ruta óptima para cada llamada en la red. En esta selección se requiere el conocimiento del costo de cada enlace por unidad de ancho de banda. Una vez que la llamada ha sido enviada a una ruta óptima, entonces hay que ser capaz de calcular el número de llamadas simultáneas sobre cada enlace. La razón de bits, de un enlace no puede ajustarse dinámicamente, de modo que el número pico de llamadas simultáneas (en la hora cargada) constituyen la entrada para dimensionar el enlace, utilizando la fórmula de Erlang. Para determinar la hora cargada, además de la forma propuesta por VocalTec en [51], analizada en el punto 2.2.2, se pueden utilizar otros procedimientos como los descritos en [43], que en esencia muestrean la cantidad de llamadas que se producen cada cuarto de hora, recopilando los cuatro cuartos de hora sucesivos con mayor tráfico que permiten determinar la hora (más) cargada.

La dimensión del enlace, también depende de la razón de pérdidas promedio aceptable de los paquetes. Si en un enlace se permiten más pérdidas, entonces su capacidad puede ser más pequeña. Para un codificador dado, en una configuración dada, es relativamente fácil encontrar cual es la pérdida promedio de paquetes aceptable utilizando pruebas simples. Esta pérdida de paquetes se considerará como un presupuesto de extremo a extremo que necesita dividirse entre todas las posibles trayectorias por la que atraviesa una llamada telefónica en la red.

8. Proveer redundancia y balance de carga para pasarelas y los dispositivos de control y señalización centralizados de acuerdo a la plataforma (ejemplo gatekeeper en la plataforma H.323). Establecer DNS secundario.

En cualquier plataforma las mayores opciones de redundancia y disponibilidad en la red garantizan el mejor desempeño de la instalación general. La red debe estar preparada para que el servicio telefónico no se pierda por la caída de un enlace, en cuyo caso el enrutador IP,

deberá reenrutar el tráfico según la nueva topología que deriva de la situación, la cual debe ser prevista con anterioridad por el diseñador de red, que ha preparado y dimensionado los enlaces para cualquier topología previsible ante la pérdida de alguno de ellos. Para backbones críticos el dimensionamiento debe prever la pérdida hasta de dos enlaces. Esto no será necesario si se dispone de protección contra fallas (por ejemplo anillos SDH). Sin embargo, añadir redundancia, además de los costos asociados, puede incrementar el jitter porque los paquetes de VoIP pueden tomar distintos caminos para alcanzar un destino dado. Luego de que la red se implementa, deben revisarse todas las conexiones.

Un problema más significativo es la pérdida de un enrutador que conecta N enlaces, porque esta situación es equivalente a la caída de todos los enlaces asociados al mismo. Esta falla en el nivel 3, no se recobrará por los mecanismos de protección del nivel 2, al estilo de los antes mencionados. Una solución sería utilizar configuraciones redundantes como la mostrada en la figura 2.1.

9. Tanto en la etapa de diseño, como de explotación de la red, es un deber mantener actualizado el esquema de la WAN

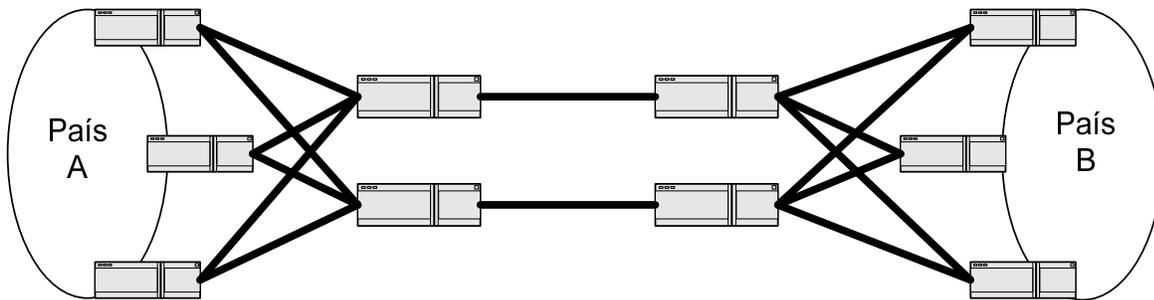


Figura 2.1 Configuración Redundante

### 2.2.6 Ejemplo de Dimensionamiento de un PoP.

Suponga que se quiere construir un PoP en una Arquitectura de VocalTec, que soporte 1500 usuarios, donde se debe calcular:

- Cuántos E1s, hay que conectar al extremo de la RTPC.
- El Ancho de Banda requerido por el lado IP, que garantice la calidad prevista.

Los pasos a seguir son:

#### Estimación de las características de la hora pico.

Si los datos disponibles son los correspondientes al comportamiento de los usuarios, por ejemplo, que estos utilizan el PoP, 2 horas por mes. Entonces considerando un factor de 10 (razón entre la hora pico cargada y la carga promedio) con respecto a la distribución uniforme, se obtiene de la Tabla 2.1, una carga de 0.028 por usuario. Esto permite calcular la carga total en el PoP, equivalente a 42 llamadas simultáneas ( $1500 \times 0.028$ ).

#### Número de usuarios simultáneos calculados con la fórmula de Erlang.

Supóngase que la razón de bloqueo requerida es de 5 %. Teniendo en cuenta que la conexión a la RTPC se realiza utilizando (E1) múltiplos de 30 canales, se debe determinar utilizando las Tablas de Erlang, la cantidad de canales requeridos, para que se cumplan los requerimientos exigidos. Para una carga de 42 llamadas simultáneas, el soporte de 30 usuarios simultáneos, significaría una razón de bloqueo que excede el 20 %, lo cual, no garantizaría la calidad solicitada. Si se conectaran 60 canales, para la razón de bloqueo fijada, se podrían atender 54.6 llamadas simultáneas, lo que garantizaría el futuro crecimiento de usuarios o de la carga que estos pudieran aportar al sistema. No obstante, si ninguna de estas dos posibilidades se aprovechara, entonces la razón de bloqueo, sería menor de 0.2 %, mejorando la calidad, debido a la baja probabilidad de que un abonado encuentre congestión en la red al realizar una llamada.

#### Cálculo de los requerimientos de ancho de banda.

Asumiendo una conexión WAN sobre Frame Relay. El ancho de banda total se calcula para 60 usuarios simultáneos, aunque esto sólo ocurrirá para casos extremos. Si se utiliza un codificador de baja razón de bits como G.723, con un tamaño de paquete de 30 ms, entonces este requerirá de 9.6 Kbps, por usuario, significando un ancho de banda total de 576 Kbps. A este debe añadirse un 10% de tara ocasionado por la señalización y control, de manera que el valor anterior ascendería a 634 Kbps.

#### Cálculo del número de pasarelas

Conocido el número de llamadas simultáneas, se puede determinar el número de líneas y las pasarelas requeridas. En este ejemplo, para 1500 usuarios, de los cuales 60 de ellos pueden trabajar simultáneamente, se requiere una pasarela con dos expansiones E1.

### **CAPITULO 3: Aspectos a considerar en la migración de las redes de voz en Cuba.**

En este Capítulo se profundiza, en algunos de los puntos críticos señalados en el Capítulo 2, para el despliegue de la Telefonía IP. La selección del protocolo de señalización a utilizar, es uno de ellos, por lo que se abordan algunas razones para la propuesta de SIP y Megaco/H.248, como los más adecuados. También se profundiza en las estrategias para la migración, haciendo propuestas de soluciones a emplear en los accesos y en el backbone, a la vez que se ofrecen opiniones sobre el orden de prioridades a respetar. Se toman en consideración posibles experiencias a desarrollar en el país y se reflexiona sobre el equipamiento existente en las redes de datos, buscando las fortalezas que permitan a estas redes convertirse en el backbone basado en paquetes, que constituya la base de la migración en este segmento de red. Esto es observado principalmente bajo la óptica de la QoS y de la Gestión de la Red, puntos importantísimos para el despliegue.

#### **3.1 Elección de los Protocolos de Señalización y control a utilizar.**

En la elección de los Protocolos a utilizar para la implementación de VoIP, debe tenerse en cuenta cuales son más apropiados para determinadas funciones, esto es:

- Cuando un terminal requiere intercambiar tráfico de voz directamente con otro terminal, de manera que ambos estén conectados a la red IP, o con terminales tradicionales de la RTPC, utilizando las pasarelas correspondientes. En este caso, las opciones más significativas son H.323 ó SIP.
- Cuando se utilizan redes de paquetes como backbone para el tráfico de voz originado en redes tradicionales, en cuyo caso se destacan los protocolos MGCP y H.248/Megaco [14], para el control de pasarelas de medios.

Existe una fuerte tendencia por gran parte de los vendedores y operadores, señalando a SIP como un protocolo de futuro. Incluso pioneros de H.323 y del desarrollo de la Telefonía IP, como VocalTec, incluyen hoy en su lista de productos, nuevos diseños utilizando SIP, mientras que otros proporcionan la posibilidad de desplegar cualquiera de los dos protocolos. Los defensores de SIP, aducen su simplicidad, que permite a desarrolladores de aplicaciones y dispositivos, la creación de nuevos servicios y herramientas de comunicación, además de la Telefonía y Videoconferencia.

En la Arquitectura SIP [19], los servidores Proxy, de Registro, Redirección y Localización, constituyen la clave para ofrecer “Presencia” y “Movilidad” a un usuario SIP. Cuando este se registra, emplea un mensaje SIP para indicar su dirección IP y e-mail al Servidor de Registro que

le presta servicio, este a su vez informa de la dirección del usuario (dirección IP física), a un servidor jerárquicamente superior conocido como de Localización. Este último, puede ser actualizado además, por informaciones obtenidas por sistemas Roaming de telefonía móvil, coordenadas GPS (Global Position Systems), u otras fuentes. Para extender esta capacidad de localización y movilidad en un espacio global como es Internet, el IETF está trabajando en el estándar TRIP (Telephony Routing over IP) que permite la exportación e importación de tablas de encaminamiento para la localización de un usuario de Telefonía IP [30].

SIP a diferencia de H.323, saca partido de la interoperabilidad con otros servicios y lenguajes del mundo Internet como DNS, HTTP, XML y Java por citar algunos. Otro indicador es la rápida proliferación de servicios sobre SIP. Cabe destacar el servicio de mensajería instantánea Messenger de Microsoft o el de AOL (America On Line). A modo de ejemplo debe recordarse como el histórico NetMeeting (basado en H.323) fue sustituido por Messenger.

Aunque este trabajo no tiene como objetivo, abordar el impacto del Protocolo IP en la telefonía móvil, no debe pasarse por alto el hecho de que en ese ámbito, SIP como se puede deducir de párrafos anteriores, es el que mejor cumple las exigencias planteadas para las nuevas generaciones de éstas tecnologías que se gestan en la actualidad.

Otros elementos positivos refuerzan la posición de SIP y ***se recomienda su posible elección como la plataforma para implementar la Telefonía IP en el país***. No obstante, previamente ***se requiere un profundo estudio de las opciones disponibles en el mercado, pues SIP, todavía no es una tecnología madura***. Realmente aún no existe un despliegue masivo de SIP y algunas debilidades especialmente en el tema de la seguridad han salido a la luz, en el año 2003. Según [39], la Universidad de Oulu (Finlandia) ha desarrollado pruebas a productos que utilizan SIP, para determinar su grado de robustez desde el punto de vista de la seguridad.

Como resultado, se identificaron un gran número de vulnerabilidades de seguridad, habitualmente relacionadas con el mensaje INVITE utilizado en el establecimiento de la conexión. Entre los efectos de las vulnerabilidades es posible provocar de forma remota la denegación del servicio, dejar el dispositivo en un estado inestable o en determinadas circunstancias, obtener acceso no autorizado con privilegios de administración

Numerosos fabricantes de equipos que implementan el protocolo SIP han emitido avisos sobre la existencia de estos problemas que afectan a sus equipos: Cisco, Universidad de Columbia, IPTel y Nortel Networks. Otros aún evalúan el impacto de estas vulnerabilidades en sus equipos, por lo

que se aconsejó a los administradores de cualquier sistema de Telefonía vía Internet o VoIP consultar con el fabricante de sus sistemas la posible existencia de actualizaciones.

En cuanto a la elección entre MGCP y Megaco / H.248, los detractores del primero, según [23], le señalan que es un protocolo muy centrado a IP, y no es suficientemente efectivo para manipular otras tecnologías de transporte de voz paquetizada. Experiencias operacionales con MGCP también identifican algunas fallas, tales como la carencia de un método efectivo para que un MGC obtenga información acerca de las capacidades de una pasarela de medios (MG).

Megaco / H.248, es un resultado del esfuerzo conjunto de la IETF y de la UIT. Este protocolo se ha diseñado, de forma que permita su escalabilidad, incluyendo un mecanismo para especificar y registrar nuevos paquetes. Esta ventaja, supera las deficiencias de protocolos anteriores, como MGCP, permitiendo manejar las necesidades de otros protocolos de voz paquetizada, distintos a VoIP. También provee los medios para manipular las variantes específicas de cada país, en cuanto a los servicios telefónicos analógicos. Algunos elementos complementarios sobre Megaco/H.248, son expuestos en el Anexo D.

### **3.2 Experiencias con sistemas de VoIP en ETECSA.**

La única experiencia realizada como prueba de campo en el segmento nacional de la red por ETECSA, se desarrolló en el año 2003, por el Grupo de Investigación y Desarrollo de la Unidad de Negocios de la Red, utilizando equipamiento de VocalTec. La configuración del sistema instalado, se muestra en la figura 3.1 y los datos del equipamiento de VoIP, se relacionan en el Anexo C.

Breves aspectos sobre la prueba y las características del sistema.

- Aunque la prueba estuvo prevista para que enlazara tres ciudades, finalmente se realizó entre La Ciudad de La Habana y Pinar del Río. En ambos sitios se utilizaron pasarelas VGW 120 de VocalTec enlazadas con un E1 a las respectivas centrales telefónicas. Por el lado de la red de paquetes, cada pasarela se conectó mediante un acceso Frame Relay a 512 Kbps a la Red Cubadata. Una configuración como la anterior permite el transporte de voz originada en la RTPC sobre redes de paquetes. En este caso IP sobre Frame Relay.
- Los usuarios accedían al sistema discando el código del servicio de tres cifras, a partir del cual un sistema IVR (Interactive Voice Response), identificaba el servicio e invitaba al usuario a que discara su número de identificación personal, previamente otorgado. En caso de que este sea válido y de disponer de saldo positivo en el sistema de facturación, se posibilitaba continuar

discando el número deseado. Los pasos posteriores se realizan transparentemente para el usuario.

- La Plataforma del Sistema es H.323, por lo que se suministró un Gatekeeper (VGK) y los sistemas de Gestión y Facturación, que resultaron sumamente atractivos. El sistema de Gestión alojado en el Gatekeeper, permitía conocer el funcionamiento de todos los elementos de red y situándose convenientemente se puede encuestar incluso importantes datos de los canales entre la central y la pasarela seleccionada, resultando sumamente fácil al operador detectar canales vacíos o activos, así como otros datos de las llamadas en curso. El potente sistema de Facturación permite guardar los registros de llamadas, los abonados, los créditos de los mismos, los identificadores de usuarios. También permite la recarga de los créditos y muchas otras funciones que mostraron la robustez del sistemas.
- Se realizaron exitosamente llamadas Teléfono a Teléfono, PC a teléfono y de Fax. Los resultados de las pruebas de Calidad fueron excelentes en cuanto a demora, jitter y la evaluación del servicio percibida por los usuarios. No obstante, debe decirse que el tráfico conducido por el sistema fue muy inferior al tráfico crítico que pudiese deteriorar la Calidad.

En general el desarrollo de la prueba de campo, denota una tecnología madura y que introduce ahorros de ancho de banda, permitiendo elevar su rendimiento hasta en más de cinco veces comparado con las tecnologías tradicionales. Un sistema como este hubiese sido adecuado para soportar la Plataforma de Telefonía Pública adicionando las pasarelas en aquellos sitios donde pudieran establecerse los PoPs. El sistema maneja hasta 300 elementos de red distribuidos.

Ahora bien, antes de adquirir e implementar un sistema como el abordado en síntesis anteriormente, habría que preguntarse si existen requerimientos de servicios con estas condiciones en el país. ***Es posible que se quiera dar preferencia a un segmento de mercado***, por ejemplo los estudiantes de los programas priorizados de la Revolución, ofreciéndoles tarifas más bajas para sus llamadas. ***Claro que debe calcularse los costos por adquirir y montar el equipamiento complementario del sistema y los recursos asociados a las redes de datos como modems de enlaces, enrutadores y otros, para cada PoP, a cambio de ahorros significativos de ancho de banda y de sistemas de facturación y gestión de gran robustez.***

También pudiera implementarse un servicio para grandes empresas y otras entidades de interés social que disponen en muchos casos de Pizarras Privadas, que se enlazan con la RTPC a través de cable y par, o en el mejor de los casos con flujos E1. ***Estos enlaces pudieran ser sustituidos***

**por accesos a las redes públicas de datos de ETECSA, lo cual liberaría cuantiosos recursos de la Planta Exterior que permitiría la entrega de otros servicios y pondría orden en el tráfico muchas veces indiscriminado que se genera en gran parte de las entidades del país, aprovechando la posibilidad del sistema de generar códigos de identificación.** Operadores establecidos de otros países dan tratamientos similares en pequeñas y grandes empresas.

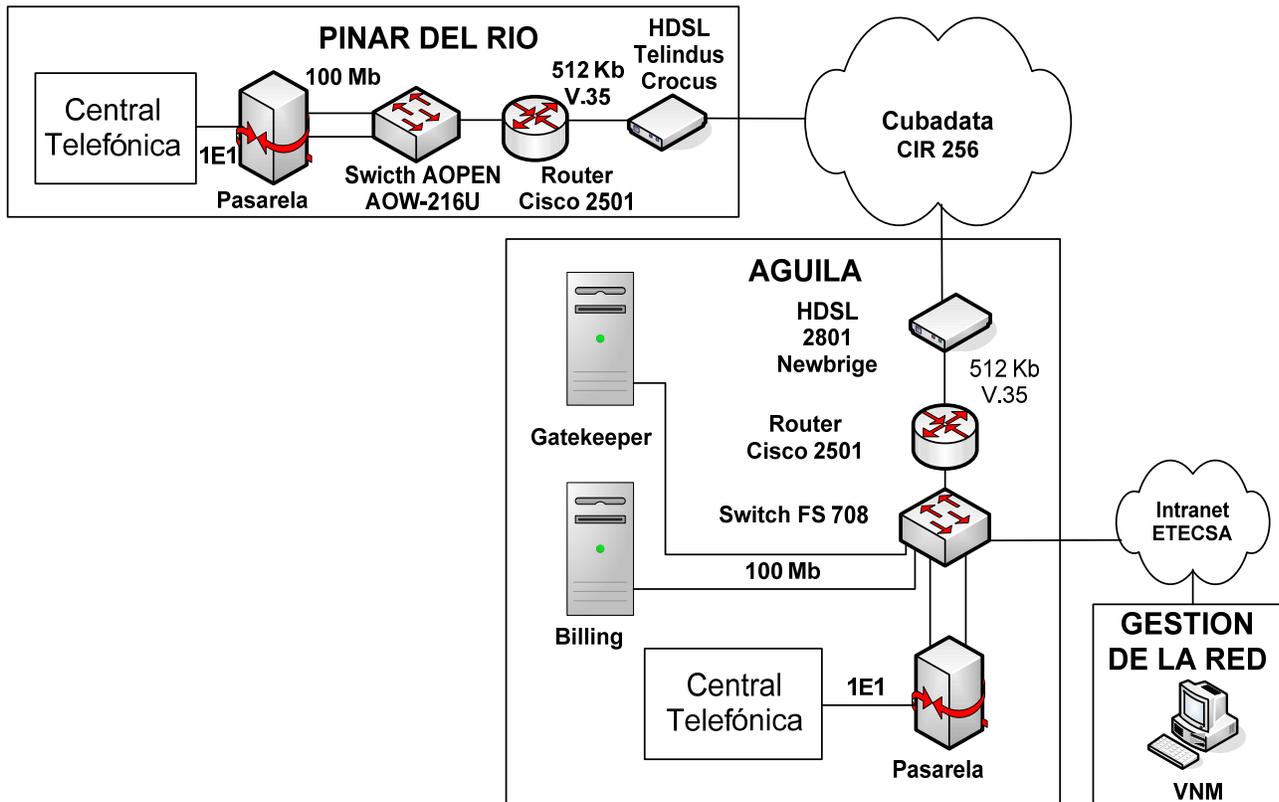


Figura 3.1. Red para prueba de campo de Telefonía IP con equipamiento VocalTec en ETECSA

No obstante, esta solución es propia de etapas anteriores y **en ningún caso ETECSA, debe perder de vista que la Telefonía IP o cualquiera de las variantes de transmitir voz, sobre redes de paquetes, constituyen aspectos medulares, sobre los cuales se debe establecer una clara estrategia, que garantice la migración hacia las Redes de Próxima Generación.**

Esto significa, que las inversiones que hoy se realicen puedan reutilizarse en un entorno NGN y que además favorezcan una migración gradual sin rupturas traumáticas.

### 3.3 Opciones para la migración de la red de telecomunicaciones de Cuba.

La migración de las actuales redes de voz basadas en la conmutación de circuitos a las redes de voz basadas en la conmutación de paquetes y dentro de esta última, especialmente la VoIP, es

una tendencia natural que debe seguir la red de telecomunicaciones de Cuba. Las razones que avalan lo anteriormente planteado fueron expuestas en el punto 1.1, a las que debe agregarse los anuncios realizados por importantes fabricantes de centrales telefónicas de que pondrán fin a la producción de estas, en el sentido convencional, para proveer otras soluciones basadas en la convergencia de medios, favoreciendo el desarrollo de nuevos servicios multimedios.

***Por estas razones el país, debe estudiar rápida y profundamente la forma en que se realizará la migración de manera que se paralicen las inversiones en aquellas tecnologías que no sean compatibles con las NGN. Dicho de otra forma, las nuevas inversiones deben prever su realización con tecnologías que apunten hacia las redes de paquetes con la utilización de alguna de las plataformas que se asocian con estas.*** Dos soluciones en este sentido fueron estudiadas en el Capítulo 1.

### **3.3.1 Opciones para los Accesos.**

En estos momentos se pone a punto en la provincia Granma un proyecto que responde a la Plataforma de Acceso Integrada Multiservicio, donde varias centrales analógicas son sustituidas por DLCs unidas por enlace de Fibra Optica. Los DLCs se pueden completar por servicios de voz con las tarjetas correspondientes y con tarjetas para datos. Todos los servicios POTS, viajan por la red óptica a conmutarse en una central digital a la cual acceden mediante el interfaz V5.2. Como se sabe el bastidor puede dimensionarse con las tarjetas que se requieran dado los servicios solicitados. También garantiza el escalamiento en cuanto a la velocidad requerida para los usuarios de los servicios de datos, lo cual, frecuentemente se necesita. En caso de nuevos requerimientos sólo será necesario, cambiar tarjetas. Esta solución también resolvería el acceso a Internet, conduciendo este tráfico por facilidades de datos, descongestionando la RTPC. Aunque en estos momentos no se han dispuesto las tarjetas para desarrollar VoIP, el equipamiento permite entregar la voz paquetizada a una red IP.

Otra solución muy practicada en el mundo, es utilizando un IAD en las instalaciones de los usuarios y de un DSLAM en el local del Proveedor de Servicios. Este enlace se soporta sobre xDSL, separando el flujo de datos hacia Internet del flujo de voz paquetizada, todo esto utilizando ATM como capa de transporte. Para la voz esto es conocido como VoDSL, profusamente utilizado.

La utilización de VoIP sobre ADSL, garantizaría un mejor funcionamiento del esquema anterior cuando se utiliza intensivamente Internet, unido a la voz paquetizada, pero desafortunadamente

esta solución depende de la expansión de los servicios de ADSL que se instalen en el país, lo cual ha sido lento hasta el momento.

La variedad de accesos posibles en la etapas iniciales hacia la migración NGN, a la par que facilita flexibilidad en la elección de las soluciones dependiendo de la naturaleza de la información (analógica, MDT, voz paquetizada, datos banda ancha y banda estrecha, etc.), requiere de mayor conocimiento e información de las personas que planean y diseñan la red, incluyendo los requerimiento de los clientes en cada lugar para seleccionar la mejor opción posible.

Un aspecto que debe manejarse con cautela en la selección del Proveedor de Tecnología, es si la diversidad de sus productos cubren todas las áreas posibles de la migración, pues en muchos casos, no hay completo entendimiento del equipamiento de distintos fabricantes, aún cuando en su hoja de prestaciones inscriban el mismo estándar. Por ejemplo en una solución de VoDSL, un elemento tan indispensable como el IAD, que puede constituir hasta el 60 % de la solución, que además se incrementa en la medida que la red crezca, deberá probarse suficientemente con Softswitch y pasarelas de voz, que constituyan la base de la estrategia de migración. En este sentido el Proveedor CIRPACK, ha anunciado certificaciones [11] [12] de IAD de Cisco, Lucent Efficient Networks, RAD, 3Com y otros. También son certificados Softswitch y pasarelas V5.2, lo que proporciona seguridad en las inversiones que el Operador de Red realiza. Por ello, ***en la selección del Proveedor de Tecnología un punto crítico, será la necesaria exigencia de las certificaciones de interfuncionamiento con productos de otros fabricantes.***

### **3.3.2 Red de tránsito o backbone.**

Con relación a la red de tránsito está claro para todos los operadores, la necesidad de disponer de un potente backbone basado en conmutación de paquetes, dimensionado correctamente y con la garantía de QoS, donde se mezclen los distintos medios a partir de mecanismos de diferenciación de servicios, priorizando aquellos relacionados con las aplicaciones en tiempo real, sensibles al retardo y el jitter, como en el caso de la voz. Con esto es posible reducir los costos asociados con la inversión, el mantenimiento y gestión de las redes, por lo que muchos operadores están migrando sus infraestructuras de tránsito de MDT a alguna de las siguientes tecnologías IP, ATM, IP sobre ATM, e IP + MPLS sobre ATM.

Un escenario muy común en la migración, es la existencia de centrales digitales basadas en la conmutación de circuitos donde se requieren pasarelas que permitan la paquetización de la voz. Siguiendo la experiencia de muchos operadores establecidos en el mundo, en Cuba una de las

posibles vías de conducir el tráfico de voz entre las centrales de tránsito (conocidas en el entorno cubano como SGT) es mediante la utilización de un backbone ATM. Esto se realizaría aprovechando la capa de adaptación AAL1, de manera que la información MDT se acomode en el correspondiente Circuito Virtual. ***Esta opción sería útil, cuando existiera déficit de transporte para flujos de 2 Mbps o jerarquías digitales superiores, o en el caso que el tráfico de datos crezca tanto, que se iguale o sobrepase al tráfico de voz, momento en el que se precipitarían los procesos de convergencia de las redes. Sin embargo, ninguna de las condiciones anteriores se cumple en la actualidad.***

Con relación a las centrales de conmutación, ETECSA tiene intenciones de evolucionar los conmutadores de al menos dos centrales Clase 4 provistas por Alcatel, con conmutadores OCB 3.1, una de las últimas innovaciones de Alcatel asociadas con la Multimedia Multiservicio (MM), con matrices de conmutación ATM (propietario de Alcatel) y características mucho más potentes (por ejemplo BHCA 7,200 000, cantidad de LR 16,384) [22]. Se requiere la adquisición de los interfaces necesarios para proveer enlaces de salida hacia la red ATM o IP. Estas soluciones permiten transportar la voz sobre una red de paquetes con garantía de QoS, ahorrar puertos de 2 Mbps, usualmente utilizados por las centrales de conmutación tradicionales, debido a que las razones de salida pudieran estar en el orden de STM-1, que luego de acomodadas sobre una red ATM, serían extraídas en otra central de tránsito. Como se ha señalado en el Capítulo 1, los actuales conmutadores Alcatel 1000 E10, en su actualización también podrán ser dotados de pasarelas de voz sobre paquetes hacia protocolo IP y se espera evolucionen hasta convertirse en un Softswitch Clase 4 / Clase 5 o como una pasarela de acceso controlada por un Softswitch.

Ante el auge alcanzado por IP, otra opción en la paquetización de la red de tránsito, es la utilización de IP sobre ATM. El equipamiento adquirido por el país para la hoy Unidad de Negocios Cubadata, con presencia prácticamente en todas las capitales provinciales y otros sitios de importancia, soporta esta capacidad. No obstante, este modelo presenta algunos inconvenientes, enumerados en [21] y resumidos a continuación.

- Es necesario gestionar dos redes diferentes, una física ATM y otra lógica IP, provocado porque la integración de los niveles 2 y 3 se realiza manteniendo las dos redes separadas. Este esquema provoca mayores costos en los sistemas de gestión.
- Se produce una sobrecarga (overhead) aproximadamente del 20% provocada por el transporte de los datagramas IP sobre las celdas ATM, disminuyendo el ancho de banda disponible.

- Para lograr un enrutamiento óptimo, cada vez que un nuevo enrutador se agrega al núcleo de la red WAN, es necesario establecer un circuito virtual entre este enrutador y todos los demás.
- Cada enrutador necesita establecer intercambio de datos de enrutamiento con todos los enrutadores adyacentes. Para una red totalmente mallada, entonces se tendrá intercambio de datos de enrutamiento con cada uno del resto de los enrutadores conectados al mismo núcleo ATM. Esto provoca un gran volumen de tráfico de enrutamiento sobre todos los enlaces y consume ancho de banda en los enlaces.
- Resulta muy difícil predecir el volumen de tráfico entre dos enrutadores, especialmente en una red totalmente mallada, por lo que la provisión de Calidad de Servicio (QoS) sobre los circuitos virtuales entre enrutadores se hace compleja.

Para garantizar la QoS, no garantizada por IP puro, salen a la luz nuevos protocolos. Este es el caso de la Conmutación de Etiquetas sobre Múltiples Protocolos (MPLS derivada del inglés Multi Protocol Label Switching). Según [21][36], MPLS integra los niveles 2 y 3, combinando eficazmente las funciones de control del enrutamiento con la simplicidad y rapidez de la conmutación de nivel 2.

En el borde de las redes MPLS, es posible asignar etiquetas a los paquetes IP, definiendo las trayectorias para los mismos, en dependencia de la prioridad del servicio que soportan. Esto lo garantizan únicamente los enrutadores del núcleo de la red con capacidad MPLS, los cuales analizan sólo la etiqueta del paquete recibida por el interfaz dado, y los reenvían al interfaz de salida correspondiente, simplificando considerablemente el procesamiento del paquete y al mismo tiempo asegurando la QoS. En el borde extremo de la red se retira la etiqueta y el paquete IP, se entrega al enrutador del extremo remoto. Este proceso, en síntesis mencionado, es posible en lo fundamental implementarse con equipamiento instalado en el país. A continuación se profundiza en las características de alguno de estos equipos.

- Alcatel 7470 MSP [3], basada en paquetes y de calidad de operador proporciona una plataforma de convergencia y de agregación de tráfico de banda ancha tanto para servicio único, como para multiservicio. Es capaz de entregar IP, voz y vídeo, ATM, transmisión de celdas y Frame Relay, así como servicios de emulación de circuitos (CES) sobre MDT y servicios de red óptica síncrona / jerarquía digital síncrona (SONET / SDH).
- La plataforma de enrutamiento/conmutación (RSP) Alcatel 7670 [3], es una solución altamente configurable y escalable, diseñada para ofrecer a los operadores una gran flexibilidad y

seguridad de la inversión al construir sus redes. Se puede proporcionar cualquier servicio, incluyendo IP, MPLS, ATM, MDT, Frame Relay, Ethernet Gigabit (GigE), entre otras opciones. Alcatel proporciona a los operadores capacidad para preservar sus servicios de voz, vídeo y datos existentes, a través de una gestión avanzada del tráfico y la posibilidad de actualizar sus redes operativas para cubrir el explosivo crecimiento del tráfico IP. La arquitectura del producto de Alcatel permite a los Proveedores de Servicio migrar hacia sus tipos de red de núcleo, según sus propios intereses. Optimizado para las redes multiprotocolo de próxima generación, el Alcatel 7670 RSP integra planos de control IP/MPLS y ATM, en un sistema que puede escalarse sin interrupción del servicio. La escalabilidad de la plataforma, su disponibilidad y fiabilidad, le atribuyen a este equipamiento calidad clase operador.

- La gestión de todo el equipamiento, se realiza con el gestor de red Alcatel 5620 NM (Network Manager) [4] [8], que permite un rápido aprovisionamiento de servicios de extremo a extremo, minimiza el tiempo para lograr ingresos y reduce los costos de operación. El Sistema de Gestión, puede ser extremadamente útil, cuando la red soporte VoIP, ya que tiene posibilidad de detectar el equipamiento desplegado y extrae la topología de la capa 1 (físico), capa 2 (ATM, Frame Relay) y de la capa 3 (IP), según se observa en la figura 3.2. La información en las bases de datos, se puede presentar en forma gráfica de diversas maneras (figura 3.3). Es posible visualizar las fallas que ocurren en cualquier elemento de red, alertada por las alarmas asociadas. Estas alarmas son recopiladas y agrupadas convenientemente, permitiéndole al operador ver listas de ellas, filtradas o no según convenga. Un aspecto muy importante, es que el Sistema de Gestión, supervisa el estado de los recursos físicos como nodos, tarjetas, puertos, recursos lógicos, pasarelas, interfaces IP, Circuitos Virtuales Permanentes y Conmutados. ETECSA dispone de esta poderosa herramienta de gestión.

Una vez repasado los principales componentes que soportan la red IP + MPLS sobre ATM, debe decirse que según informaciones no totalmente verificadas, el empleo de tales equipos en una red MPLS, sólo es posible si como enrutador de borde (Label Edge Router o LER) es utilizado el Alcatel 7670 RSP, el único capaz de asignar etiqueta al paquete IP en su entrada a la red, mientras que los enrutadores de borde Alcatel 7470 MSP, presentes casi en todos los PoPs del país, realizarían el chequeo y relevo de las etiquetas. Estos enrutadores son llamados Label Switching Router o LSR, pero no tendrían funcionalidad de enrutador de borde. De ser esto así, todos los PoPs, requerirían del Alcatel 7670 RSP, el cual es un equipo costoso y con interfaces de entrada / salida a muy alta razones de bits, por lo que sería un derroche su utilización en pequeños PoPs. Cabe la posibilidad de que enrutadores situados en las instalaciones de los usuarios, para

servicios de datos o en las instalaciones de los Proveedores de Servicios de Voz, pueden servir como enrutadores de bordes de la red MPLS

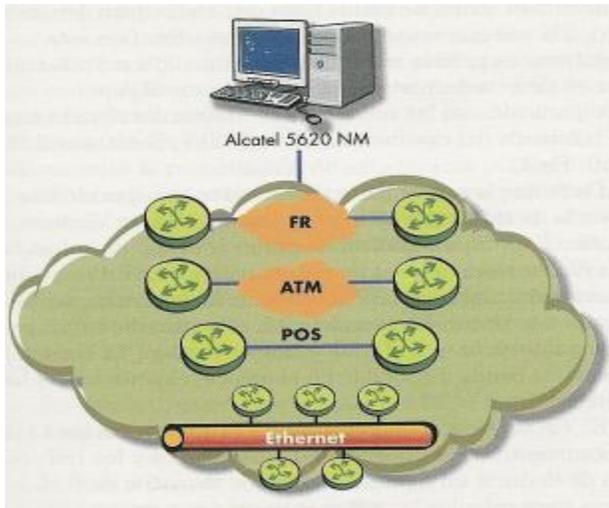


Figura 3.2 Visualización por capas de la red.

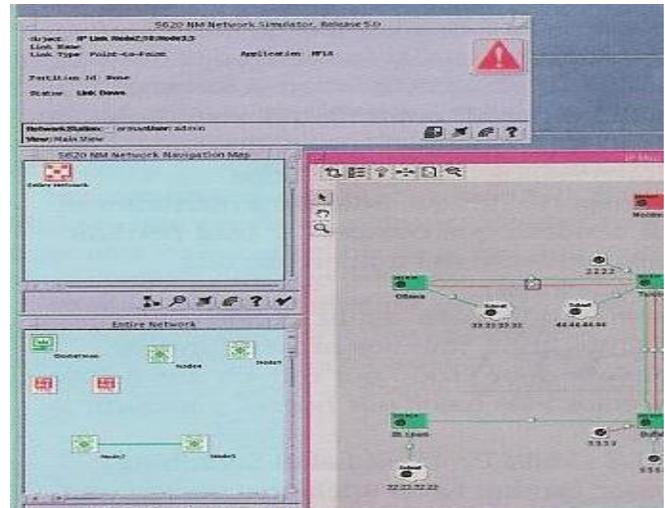


Figura 3.3. Vista gráfica que proporciona al operador el Gestor de Red Alcatel 5620 NM

***Para el país, es más recomendable encaminar las acciones de migración hacia los accesos, con mayor efectividad en la medida que se acerquen más a las instalaciones del cliente, con tecnologías y soluciones de paquetes. Esto pudiera sustituir las centrales analógicas que hoy subsisten, al tiempo que se preparan las condiciones para las redes del futuro.*** Evidentemente este es un proceso largo y costoso, que dependerá de los recursos financieros que puedan ser utilizados en las inversiones. En la medida que este proceso avance, la isla MDT que forman las centrales de tránsito y los enlaces que las unen, constituirán un obstáculo, por lo que tendrán que ser transformados en base al paradigma de conmutación de paquetes y llegado el momento prácticamente sólo será necesario gestionar un tipo de red.

### **3.3.3 Resumen de alternativas posibles de Migración en Cuba. Estrategia del Softswitch.**

En el proceso de migración de sus redes, los Proveedores de Servicios encuentran una enorme variedad de alternativas que se ilustrarán más adelante. En este sentido el desarrollo de las soluciones Softswitch son ampliamente utilizadas, entendido como la nueva estrategia de conmutación telefónica que tiene la potencialidad de superar las deficiencias de los conmutadores tradicionales de circuitos, separando la función de procesamiento de llamadas de la función de conmutación física y conectando las mismas mediante un protocolo estándar [26]. En la estrategia

softswitch, la función de conmutación se realiza por una pasarela de medios (MG), mientras la lógica de procesamiento de llamadas reside en el controlador de pasarelas de medios (MGC).

En la figura 3.4, se resumen varias arquitecturas de red basadas en la estrategia Softswitch para Telefonía Local, lo que corrobora la complejidad que el planeamiento y desarrollo del proceso de migración encierra. Para cada combinación posible de tipos de redes de acceso y de transporte, se requieren distintas conjugaciones de las funcionalidades de las pasarelas para el soporte del acceso telefónico local. Las pasarelas pueden estar localizadas en las instalaciones de los usuarios, en las redes de los Proveedores de Servicios, o en ambas. También se muestran cinco casos, y su incidencia en cinco zonas posibles de red (instalaciones de usuario, red de acceso, área de conmutación de origen y terminación y el núcleo de la red).

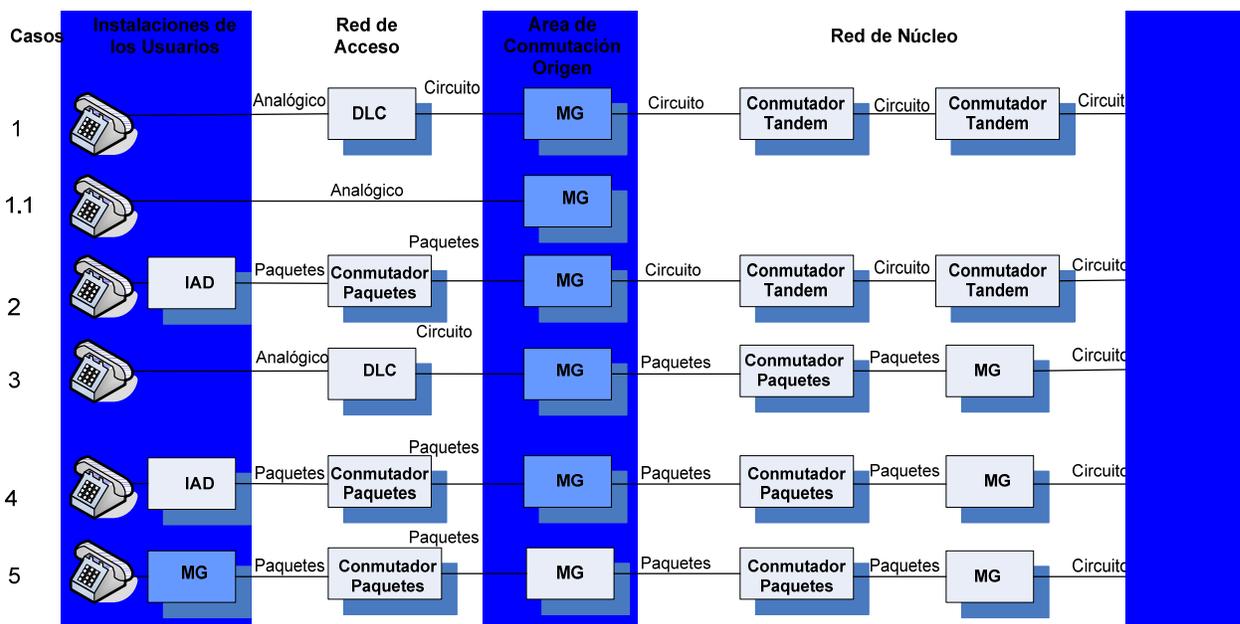


Figura 3.4. Arquitecturas de Red para Softswitch en Centrales Locales

En todos los casos, el área de conmutación de destino es una central local, basada en conmutación de circuitos. Las pasarelas que proveen tono de discar y otras funciones de conmutación de centrales de terminación son mostradas sombreadas. Por simplicidad no se muestra el MGC asociado a cada pasarela. A continuación se sintetizan algunos casos posibles:

**Caso 1.** Es una situación similar, a la red telefónica actual, con la excepción, de que las funciones de central de origen son ahora realizadas por una pasarela, que en este caso, es un conmutador de circuitos. Esto no entra en contradicciones con el concepto de pasarelas de medios, pues su correspondiente MGC y el protocolo Megaco son capaces de controlar un conmutador puro.

Una variante, que se denota como Caso 1.1, está relacionada con el arribo directo del par de cobre a la pasarela del área de conmutación de origen, que soporta el servicio telefónico de abonados residenciales y estatales, un caso muy común para las condiciones de Cuba. A partir de allí, puede paquetizarse o no la voz en la pasarela, siguiendo alguno de los otros casos posibles.

Un MGC con funcionalidad de Agente de Llamadas, puede proveer servicio telefónico local a usuarios que utilicen Pizarras Privadas, debido a que estas proporcionan las funcionalidades requeridas para que los usuarios finales establezcan sus llamadas. La conexión de la Pizarra Privada a la red requiere sólo servicios de transporte básicos, los cuales pueden ser provistos por un Agente de Llamadas.

Un Agente de Llamada, entendido aquí como la funcionalidad básica de un MGC, requerida para el establecimiento, liberación y mantenimiento de los detalles de cada llamada, interactúa con los protocolos de señalización que existen en las pasarelas para realizar estas mismas acciones. Por ejemplo, una pasarela que soporta la conversión de enlaces de Señalización No.7 a conexiones de VoIP, requiere un MGC con Agente de Llamadas que pueda manipular mensajes ISUP de Señalización No.7 y mensajes de control de llamadas H.245, necesarios en el establecimiento de llamadas VoIP cuando se utiliza el protocolo H.323.

Aunque no responde a la estrategia Softswitch, pues se basa en un conmutador donde no existe separación entre las funciones de conmutación y control, la variante vista con anterioridad de utilizar potentes conmutadores que entreguen sus flujos de salidas a redes TDM, ATM o IP, es otra manera de paquetizar la voz, cuando la salida de la central se hace a una red IP o ATM.

Caso 2. La red de acceso convencional, basada en circuitos, es reemplazada por una red de VoDSL. Un IAD en las instalaciones del usuario entrega en los accesos voz paquetizada. Aunque el IAD realiza conversión de medios entre puertos analógicos, entregando voz paquetizada, este no es considerado una pasarela de medios en el sentido de un Softswitch, debido a que no es controlado por un MGC. A continuación una pasarela con funcionalidad de central de conmutación Clase 5, capaz de proveer tono de discar y situada en el área de conmutación de origen, realizará la conversión para la red de núcleo que funciona sobre la base de MDT. La llamada termina en una central de destino convencional.

Caso 3. Se muestra una Red Acceso Telefónico convencional. La pasarela en el área de la central de origen realiza la conversión de medios entre la red de accesos basada en conmutación de circuitos y la red de núcleo, basada en paquetes. Una nueva pasarela se requerirá para alcanzar la

central de destino convencional, de manera que el enlace con dicha central, será en modo MDT. La funcionalidad de la última pasarela será mucho menos compleja que la asociada con la pasarela de origen, debido a que esta sólo realiza funciones de conversión de medios, así como funciones que permiten el establecimiento y liberación de las llamadas, no estando relacionada con ninguna de las características de llamadas especiales, que debe proveer la pasarela asociada al origen.

Caso 4. Combina el caso de la red de acceso basada en paquetes del Caso 2, con el núcleo de red del Caso 3, extendiendo el camino a la voz basada en paquetes desde las instalaciones del usuario hasta un punto cercano a la central de destino, de modo que una pasarela anterior a la misma realizará la conversión del modo paquete al modo circuito.

Caso 5. En este caso se mueven las funcionalidades de central de origen hacia las instalaciones de los usuarios. La pasarela que se sitúa en esta última es controlada por un MGC que reside en la red pública. Aunque este escenario es similar al caso 4, tiene algunas ventajas. Las pasarelas situadas en las instalaciones de usuario, como se estudió en el Capítulo 1, son también denominadas pasarelas residenciales

En el punto 1.3.4, en las situaciones de migración señaladas como N, O y P, pueden observarse algunas variantes utilizando pasarelas de acceso capaces de entregar información en modo paquete a una red IP o ATM.

En los casos donde se incluyen varias pasarelas, debe aclararse que cada una de ellas puede ser controlada por un MGC, o un único MGC puede controlar dos o más pasarelas, en cuyo caso el conjunto de pasarelas se comporta como una sola pasarela distribuida. Los protocolos de señalización telefónica son utilizados para soportar la conmutación de llamadas entre pasarelas que son controladas por diferentes MGCs. Donde la red que conecta las pasarelas se basa en circuitos, los protocolos de telefonía convencional, tales como SS7, pueden utilizarse entre las MGCs, donde la red se basa en conmutación de paquetes, protocolos de señalización, tal como H.323 o SIP son requeridos.

Hasta aquí se han analizado posibles caminos para la migración de las redes actuales hacia VoIP u otras tecnologías, pasando revista en especial al equipamiento disponible en el país y las posibilidades que puede entregar en este proceso.

## **Conclusiones y Recomendaciones.**

La red de telecomunicaciones mundial está cambiando y aunque la mayoría de sus usuarios sólo perciben nuevas posibilidades de comunicación, caracterizadas por el desarrollo de aplicaciones y servicios, relacionadas con Internet, movilidad, juegos, video, entre otras, en realidad en los grandes laboratorios de empresas líderes del mundo tanto antiguos proveedores de equipos de datos, como aquellos que suministraron durante años centrales telefónicas, equipos de transmisión y otros, desarrollan una febril transformación de los elementos de red y principalmente de las soluciones y plataformas, que se adaptan más a la naturaleza del tráfico de datos que en muchos países del mundo ya desplaza al tráfico de voz. Las razones de estas transformaciones han sido suficientemente analizadas en este trabajo y permiten en el contexto de la red cubana realizar los siguientes conclusiones:

- ETECSA debe estudiar las transformaciones que están ocurriendo en las redes de los principales operadores del mundo impulsadas por razones de disminución de costos de inversión y operación, por las facilidades en la entrega de nuevos servicios y de los tiempos en que estos son provistos, así como por la tendencia en cuanto a la producción de equipamiento que siguen los principales Proveedores de Tecnologías.
- El país debe crear comisiones de trabajo que rápida y profundamente aborden el estudio de los temas relacionados con la migración de las redes de telecomunicaciones. De la misma forma debe exigir participación en eventos y organizaciones vinculadas con estos temas como lo es la UIT, MSF y en los principales grupos de trabajo donde se le buscan soluciones a puntos críticos para la implementación. Esto no sólo proporcionaría los conocimientos necesarios, sino que además podrían defenderse posiciones de los países pobres y en vías de desarrollo, con relación a temas polémicos que se presentan en este campo.
- ETECSA debe comenzar el análisis para la elección del o los Proveedor(es) de Tecnologías de VoIP y en general de VoP sobre el(los) que sustentará la migración, ante la complicada situación provocada por el bloqueo económico que vive el país. Un punto muy importante en este sentido será la exigencia de certificaciones de interfuncionamiento con productos de otros fabricantes. El análisis debe comenzar con los Proveedores establecidos hoy en el país.

- Utilizar en el despliegue de la VoIP los protocolos SIP y Megaco / H.284. No obstante, previamente se requiere un profundo estudio de las opciones disponibles en el mercado, pues SIP, todavía no es una tecnología madura.
- Continuar el Proceso de Expansión y Modernización de la red de telecomunicaciones de Cuba con soluciones capaces de sustituir las redes de acceso con tecnologías que permitan la paquetización de la voz, tan cerca como sea posible de las instalaciones de los usuarios, a la vez que facilitan otros servicios de datos, entre los que prolifera el acceso a Internet. En Cuba, la transformación de las redes de accesos, deberá priorizarse a cualquier otro segmento de red, para permitir la ampliación de los servicios tradicionales e introducir los nuevos, que exigen mayores anchos de banda y multimedia, al tiempo que se van sustituyendo las centrales y otros elementos de red de tecnologías analógicas que aún subsisten.

Varias opciones están disponibles, entre ellas:

- Plataforma de Acceso Integrada Multiservicio, que permitirá sustituir centrales analógicas obsoletas de forma flexible según los requerimientos de los clientes asentados en distintas áreas y que faciliten servicios de voz y de datos en lugares demandados por el desarrollo económico social del país.
- Voz sobre xDSL, para proveer ahorros sustanciales de los recursos de la Planta Exterior, a la vez que propician un nuevo aire a la antigua red de cobre que a pesar de su insuficiente presencia es el elemento de la red de telecomunicaciones más extendido en la actualidad. Es una solución apropiada para resolver los problemas asociados con el “abonado ocupado y la congestión”, provocado por los accesos conmutados a Internet, con elevados períodos de utilización de las líneas telefónicas por estos servicios.
- Transformación de las redes dorsales en redes de paquetes, proceso imprescindible en el que se puede aprovechar el equipamiento existente en el país, en las redes de datos con posibilidades de proveer IP + MPLS. Este proceso se desencadenaría cuando la transformación de la red de acceso con las nuevas tecnologías alcance un grado tal, que un backbone basado en MDT, mantenga separada las islas soportadas en tecnologías de paquetes existentes para ese entonces en los accesos, de manera que se requerirían transcodificaciones innecesarias y costosas, que aconsejan el paso a una red dorsal basada en paquetes.

- En Cuba, se ha adquirido considerable equipamiento para la red ATM / Frame Relay. La migración de los servicios de voz hacia una red dorsal basada en paquetes, soportada por la red antes señalada, pudiera adelantarse, si se valora que las inversiones ya realizadas, representan una parte sustancial de la inversión total. La red dorsal en modo paquetes, enlazaría en una primera etapa las centrales de tránsito del país.
- Utilización de enlaces intercentrales MDT, pero transportados sobre ATM. Esta es una solución de transición, en la medida que se requiera ancho de banda para ampliación de los servicios de voz, o cuando son predominantes en la red las aplicaciones de datos. En la actualidad estas no son las condiciones que prevalecen en el país, pero pudieran serlo en un futuro o puntualmente en un segmento de red.
- Las soluciones que involucran mejoramiento en los procesadores actuales de las centrales telefónicas convencionales, deben utilizarse cuando propicien la paquetización de la voz, bien sea por la utilización de pasarelas embebidas en las mismas o por la utilización de pasarelas de enlaces y de señalización complementarias. La conexión directa de estos conmutadores a redes IP o ATM, significarán ahorros en “bocas” de 2 Mbps.
- Debe ponerse especial atención a las soluciones Softswitch Clase 4 y Clase 5, según la ubicación en la red, por las ventajas que aporta la separación del plano de la conmutación física del plano de control lógico de las llamadas, lo cual facilita las actualizaciones del software, que constituye el elemento más complejo y dinámico de la conmutación.

Este trabajo constituye un marco inicial para el análisis de los puntos críticos que se deben considerar en la implementación de la VoIP en el país, bien porque no se abordaron en detalles algunos aspectos o porque su complejidad requiere de esfuerzos mayores. Por esto se recomienda:

- Recabar más información sobre las experiencias técnicas que poseen los más importantes operadores del mundo, obtenidas en el proceso de migración de sus redes, debido a que este es un tema con poca o ninguna presencia pública.
- Estudiar con mayor profundidad lo relacionado con la seguridad informática en las redes que soportarán la VoIP, debido a la propia naturaleza de estas redes y la necesidad de que sean capaces de resistir cualquier ataque.

- Debe ampliarse el conocimiento de los aspectos relacionados con la forma en que se facturarán los servicios y la conciliación con otros operadores o Unidades de Negocios, en el entorno heterogéneo inicial donde se interconectarán las redes de paquetes con la RTPC, problema complejo donde aún se trabaja internacionalmente. La tendencia previsible tendrá en cuenta la facturación de los servicios según el ancho de banda utilizado, por lo que se requerirá atender la evolución del estándar Internet Protocol Detail Record (IPDR), que se espera proporcione los mecanismos necesarios.
- Poner atención a la Gestión de Red, desde el punto de vista de sus elementos y de las distintas capas involucradas. La complejidad de los servicios y de las formas de proveerlos exigirán potentes herramientas que deben ser estudiadas desde los primeros momentos.
- Estudiar las soluciones que hoy se manejan para el interfuncionamiento de servicios entre las redes IP y la RTPC, así como, las posibilidades que se han estado creando para proporcionar interfaces abiertas propicias para la creación de servicios de acuerdo a las exigencias de los clientes.

Un resultado de este trabajo, es la comprensión de que la implementación de la Telefonía IP en Cuba y en el mundo, no puede verse como algo aislado de los restantes elementos de la red de telecomunicaciones. Por ello, se hizo necesario extender el vínculo a otras tecnologías de paquetes afines y considerar la enorme interrelación con la RTPC, señalando que es bueno hoy y que será bueno en el futuro. Una interpretación que no esté en línea con lo anterior pudiera conducir a un resultado que no se ajuste al verdadero proceso de transformaciones que ha comenzado en las telecomunicaciones y que a su término conducirá a las Redes de Próxima Generación. Por ello las inversiones que hoy se realicen en los accesos, en el backbone de la red y en los distintos elementos que forman ambos segmentos, tendrá que estar en línea con los objetivos finales previstos.

En la medida que se conozcan las alternativas, los mejores proveedores, las experiencias de los operadores y los posibles problemas en el despliegue de la Telefonía IP, más eficientemente se alcanzará la convergencia de las redes, con lo cual se dará respuesta a las necesidades de todo tipo comunicaciones que requiere el país, en el proceso de informatización de la sociedad. En esto radica la importancia del presente trabajo.

**Referencias Bibliográficas**

1. Actual, PC. BT lanza su servicio de telefonía IP [en línea]. 11 de julio del 2003. Disponible <http://www.pcactual.com/Actualidad/Noticias/Comunicaciones/Telefon%c3%ADA/200311023>
  2. Alcatel. Voice and Multimedia. Next Generation Services [en línea]. Sitio de Alcatel. Disponible en <http://www.alcatel.com/solutions/solutionsbyportafolio.jhtml? DARGS=>
  3. Alcatel. Managed Data Services. Products in the Solution (Carrier Data and IP Platforms) [en línea]. Sitio de Alcatel. Disponible en <http://www.alcatel.com/solutions/productsinsolution.jhtml>
  4. Alcatel. Alcatel 5620 Network Manager [en línea]. Sitio Web de Alcatel. Disponible en <http://www.alcatel.com/products/productsbysubfamily.jhtml?subCartegory=Management520of20DATA/>.
  5. Alcatel. IP Telephony Design Guide [en línea]. 2003. 11 p. Disponible en <http://www.alcatel.com/enterprise>.
  6. Arango, M.; Dugan, A.; Elliott, I.; Huitema, C.; Pickett, S. RFC 2705. Media Gateway Control Protocol (MGCP). Version 1.0. Network Working Group. October 1999. 134 p
  7. Bartolomé, M. Carmen et al. Armonización de direcciones en entornos de VoIP mediante ENUM [en línea]. 2001. 9 p. Disponible en <http://www.ist-mobydick.org/publications>.
  8. Belloni, A. Gestión de Red de Datos. IP / MPLS Alcatel 5620. Revista de Telecomunicaciones de Alcatel. Tercer Trimestre 2002; Vol 3:183-188.
  9. Buchli, M.J.C.; De Vleeschauwer; et al. Calidad de las Llamadas transportadas sobre una red de acceso DSL. Revista de Telecomunicaciones de Alcatel. NGN: La Actual Próxima Generación. Segundo Trimestre del 2001: 111-115.
  10. CIRPACK. Packet Telephony without TDM Switches [en línea]. 2001. Disponible en <http://cirpack.com/products/index.shtml>.
  11. CIRPACK. Los IAD Cisco 2420 obtienen la doble certificación Gateway V5.2 Softswitch Class-5 Cirpack en VoDSL [en línea]. 2001. Disponible en [http://www.cirpack.com/newsroom/7/0111\\_ciscoIAD\\_esp.shtml](http://www.cirpack.com/newsroom/7/0111_ciscoIAD_esp.shtml).
-

12. CIRPACK. Cirpack, primer fabricante de equipos en presentar soluciones VoDSL basadas en SoftSwitch Class 5 [en línea]. 2001. Disponible en [http://www.cirpack.com/newsroom/9/0110\\_vodsl\\_esp.shtml](http://www.cirpack.com/newsroom/9/0110_vodsl_esp.shtml).
  13. Corporation, NetIQ. Checklist of VoIP Network Design Tips [en línea]. 2001. 2 p. Disponible en <http://www.netiq.com/voip>.
  14. Cuervo, F., N. Greene, and A. Rayhan. RFC 3015. Megaco Protocol version 1.0. November 2000, 179 p.
  15. Cumming, J. SIP MARKET OVERVIEW. An analysis of SIP Technologies and the state of the SIP market [en línea]. Data Connection. 2003. [Citado 3 de febrero 2004]. Disponible en <http://www.dataconnection.com>
  16. DAI (Dittberner Associates, Inc. Worlwide Digital Switching Status and Forecast [en línea]. November 6, 2003. [Citado 7 de febrero del 2004] Disponible en <http://www.dittberner.com/news/pr20031106.php>
  17. Drew, P. and C. Gallon. Next-Generation VoIP Network Architecture [en línea]. Multiservice Switching Forum (MSF). March 2003, 19 p. MSF-TR-ARCH-001-FINAL. Disponible en <http://www.msforum.org>.
  18. España, Alcatel. Productos por Categoría: Soporte de Datos y plataformas IP [en línea]. [citado 17 de junio del 2003]. Disponible en [http://www.alcatel.es/Productos\\_Alcatel/Builds\\_Next\\_Generation2.htm](http://www.alcatel.es/Productos_Alcatel/Builds_Next_Generation2.htm).
  19. García, Adolfo. Arquitecturas en Telefonía IP y Factores de Convergencia Voz / Datos [en línea]. Asociación de Proveedores de Sistemas de Red, Internet y Telecomunicaciones. 2004. Disponible en <http://www.aslan.es/boletín/>.
  20. García, Angélica. Italia se comunica usando VoIP [en línea]. Portal de Información tecnológica para América Latina ChannelPlanet. Octubre 2002. Disponible en <http://www.channelplanet.com>
-

21. González, B. Proyecciones para la implementación del Servicio IP con soporte MPLS en la Red Pública de Datos (CUBADATA). [Tesis en opción al Título Académico de Master en Telemática]. Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica. Universidad Central de Las Villas: Santa Clara; 2004
  22. González, J.L.G. Descripción de las Evoluciones de las Evoluciones de OCB 283 a HC 3.1. [Tesis en opción al Título de Diplomado en Telemática]. Departamento de Telemática. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana; 2003
  23. Goossens, P.; W., Li; Y., Wan. Convergencia de Servicios y su impacto en la Arquitectura y Evolución de Red: El ejemplo Chino. Revista de Telecomunicaciones de Alcatel. Primer Trimestre 2003; Vol 1: 1-7.
  24. Handley, M.; Schulzrinne, H.; Schooler, E.; Rosember, J. RFC 2543. SIP: Session Initiation Protocol [en línea]. March 1999. 153 p. Disponible en <http://www.ietf.org/rfc/rfc2543.txt>.
  25. Hoefkens, David. IP de Calidad de Operador. Revista de Telecomunicaciones de Alcatel. Redes de Datos Seguras. Tercer Trimestre 2002: 189-193
  26. IEC. Local-Exchange Softswitch System: Softswitch and Packet Voice [en línea]. Web Proforum Tutorials. International Engineering Consortium. [Citado 30 de diciembre del 2003]. Disponible en <http://www.iec.org>.
  27. IEC. Convergence Switching and the Next-Generation Carrier [en línea]. Web Proforum Tutorials. International Engineering Consortium. 14 p. Disponible en <http://www.iec.org>.
  28. IEC. Advancing the All-Packet Network [en línea]. Web Proforum Tutorials. International Engineering Consortium. 17 p. Disponible en <http://www.iec.org>.
  29. ITU. IP TELEPHONY. Group of Experts - Technical Aspects. Geneva. 13-14 December 2001: 46 p. IP Tel 3/X-E.
  30. J.Rosenberg; H.Salama; M.Squire. RFC 3219 Telephony Routing over IP (TRIP) [en línea]. Network Working Group. January 2002. 79 p. Disponible en <http://www.fags.org/rfcs>.
  31. M.Sarraf, Charles. IP Telephony. Technical Issues. Telecommunication Development Bureau (BDT). Geneva. October 2001. IP Tel/9-E.
-

32. Next Generation Network Initiative, New Services Group. VoIP Technologies and Services. 2002. 50 p.
  33. Olivier, Hersent; David, Gurle; Jean-Pierre, Petit. IP Telephony. Packet-based multimedia communications systems. Addison-Wesley; 2000.
  34. Prycker, Martin De; Landegem, Thierry Van. Nuevas Arquitecturas de Red. Revista de Telecomunicaciones de Alcatel. Tercer Trimestre 1999: 185-191
  35. QoSforum.com. QoS Protocols & Architectures (White Paper) [en línea]. July 8, 1999. 22 p. Disponible en <http://www.qosforum.com>.
  36. Redl, Herbert; Sumesgutner, Armin. Multi-Protocol Label Switching. The Journal of the Institution of British Telecommunications Engineers. July-September 2000; Vol1 (Part 3): 122-125. ISSN 1740-5826.
  37. SIEMENS. SURPASS. Networking Beyond Limits [en línea]. 2001. 24 p. Disponible en <http://www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/contributions/>.
  38. Suppan, Friedrich; Redl, Herbert. Reflections on Migration Scenarios of Voice Networks towards Next Generation Networks for Incumbent Operators. The Journal of the Institution of British Telecommunications Engineers. July-September 2001. Vol. 12 (Part 3):26-31. ISSN 1470-5826
  39. SISTEMAS, HISPASEC. Un protocolo de telefonía por Internet plagado de problemas de seguridad [en línea]. Laboratorio - Una al día. 6 de marzo del 2003. Disponible en <http://www.hispasec.com/unaaldia/1953/>.
  40. System, Cisco Cisco Multiservice Packet Network Solution Overview [en línea]. Disponible en <http://www.cisco.com/unirercd/cc/td/doc/solution/dialvoic/etna/overview/>.
  41. Systems, Cisco. Understanding Packet Voice Protocols [en línea]. Disponible en <http://www.iec.org>.
  42. Systems, Cisco. The New World: Market Segments, Technology, and Architectures [en línea]. 2000. Disponible en <http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/cuso/sp>.
-

43. Systems, Cisco. Traffic Analysis for Voice over IP [en línea]. 2001. Disponible en <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/intsdns/intsdns/voipd>.
  44. Tasos Dagiuklas, Vassilis Dermosomadis, Triantafillos Sarafides. VoIP Technologies and Services Working Group. NGNI Initiative. 34 p. IST-2000-26418.
  45. Technologies, PERFORMANCE. Interworking Switched Circuit and Voice-over-IP Networks Tutorial [en línea]. Web ProForum Tutorials. Disponible en <http://www.iec.org>.
  46. Telefónica. Entendiendo la Tecnología VoIP. Una aproximación conceptual a la voz paquetizada. Contribución Técnica. Dirección Red de Transporte Multiservicio. Marzo 2002. 37 p. AR.CT.D.0.0014.00
  47. Uebele, R., Verhoeyen, M. Estrategia de migración de las redes de voz a la arquitectura de próxima generación. Revista de Telecomunicaciones de Alcatel. Segundo Trimestre 2001; Vol. 2 : 80-90
  48. UIT. Informe del Secretario General sobre Telefonía IP. Foro Mundial de Políticas de Telecomunicaciones. Ginebra 7-9 de Marzo del 2001. 37 p.
  49. Vidal, Francisco González. Plataforma de Acceso Multiservicio: un seguro de la inversión frente a las incertidumbres de evolución del mercado de las Telecomunicaciones [en línea]. Conferencia Americas 2000 Forum. ALCATEL: 1-6. Disponible en <http://greco.dit.upm.es/~vidal/>.
  50. Vidal, Francisco González. VoIP in Public Networks: Issues, Challenges and Approaches [en línea]. Voice over IP. INFORMATIQUE 3/2001. Marzo 2001: 38-44. Disponible en <http://www.svifsi.ch/revue/pages/issues/no13/>.
  51. VocalTec. Inherent Cost Advantages of VoIP Networks [en línea]. Disponible en [http://www.vocaltec.com/html/white\\_papers/](http://www.vocaltec.com/html/white_papers/).
  52. Westbay. Telecom Traffic Online [en línea].2003. Disponible en <http://www.erlang.com>.
-

**Bibliografía General**

1. Arbulu, J.R. Evolución de la Arquitectura de red de IP. Revista Mundo Electrónico. Marzo 1999; 296: p. 44-49.
  2. Beceiro, H. Telefonía IP [Tesis en opción al Título de Diplomado en Telemática]. Departamento de Telemática. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana; 2001
  3. Black, Uyles. Voice over IP. Printece Hall Series in Advanced Communicationns Technologies. 1999.
  4. Cisco Systems. Cisco SS7/CCS7 Dial Access Solution System Integration. San José, USA; 1999.
  5. ETECSA, Dirección de Desarrollo y Asuntos Regulatorios. Catálogo Estructura de la Red. Ciudad de La Habana. 2002, 41 p.
  6. Mesa, Judith Vivar. Telefonía IP. Una propuesta de solución para el ISPJAE. [Tesis en opción al Título Académico de Master en Telemática]. Departamento de Telemática. ISPJAE. Ciudad de La Habana, 2000. 92 p.
  7. MSF. MSF Release I Implementation Guidelines [en línea]. Multiservice Switching Forum. December 2001. 7 p. Disponible en <http://www.msforum.org>.
  8. Doria, A. and M. Milford. Management for Next Generation Multi Service System Networks [en línea]. Multiservice Swtiching Forum (MSF). Febraury 2003, 9 p. MSF-TR-MGT-001-FINAL. Disponible en <http://www.msforum.org>.
  9. SIEMENS. Next Generation Local Switch. SURPASS Network Solutions [en línea]. 22 p. Disponible en <http://www.itu.int/ITU-D/e-strategy/nternet/iptelephony/contributions/>
  10. UIT-T. Recomendación H.323. "Sistemas de Comunicaciones Multimedia Basados en Paquetes. Septiembre 1999
  11. Vidal, Francisco González. VoIP in Public Networks: Issues, Challenges and Approaches [en línea]. Conferencia ITU Telecom Africa 2001. Johannesburg, November 12-16: 1-11. Disponible en <http://greco.dit.upm.es/~vidal/>.
-

**Glosario de Términos****A**

AAL2 ATM	Capa 2 de Adaptación ATM
AAL	ATM Adaptation Layer
ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Line
AN	Access Node (Nodo de Acceso)
AOL	America On Line
API	Application Programming Interface
ARJ	Rechazo de admisión (admission reject)
ARQ	Petición de admisión (admission request)
AS	Applications Server (Server de Aplicaciones)
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AT&T	American Telephone and Telegraph
AVVID	Architecture for Voice, Video, and Integrated Data - Cisco ®

**B**

BICC	Bearer Independent Call Control
BGP-4	Protocolo de Pasarela Frontera - 4
BHCA	Busy hour Call Attempts (Intentos de Llamadas en la Hora Cargada)
BRAS	Servidor de Acceso Remoto de Banda Ancha
BRI	Basic Rate Interface
BRJ	Rechazo de cambio de anchura de banda
BT	British Telecom

**C**

CDR	Registros de Detalle de las Llamadas
CNF	Comfort Noise Generation
CODEC	Coder Decoder
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CoS	Clases de Servicios
CR	Cell Relay
CV	Conexión Virtual

---

**D**

DiffServ	Servicios Diferenciado
DLC	Concentrador de Línea Digital
DNS	Sistema de Nombres de Dominio
DSL	Línea de Abonado Digital
DSLAM	Multiplexor de Acceso DSL
DSP	Digital Signal Processor
DSU	Digital Service Unit
DTMF	Dual Tone Multi Frequency

**E**

E1	Enlace de transmisión digital con una Capacidad de 2,048 Mbps, estándar utilizado en Europa y en Cuba.
EDGE	Enhanced Data Service for Global Evolution
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
ETECSA	Empresa de Telecomunicaciones de Cuba SA
EWSD	Conmutador Integrado Multiservicio
ENUM	Electronic NUMber/tELEphone NUmber Mapping. Estándar de IETF, que permite traducir números telefónicos a URLs.

**F**

FMTF	Foro Mundial de Políticas de Telecomunicaciones
FR	Frame Relay
FTP	File Transfer Protocol
FoIP	Fax Over IP
Full Duplex	En ambos sentidos a la vez

**G**

GigE	Giga Bit Ethernet
GK	Guardián de puerta (gatekeeper)
GPS	Global Position System
GRJ	Rechazo de guardián de puerta (gatekeeper reject)
GRQ	Petición de guardián de puerta (gatekeeper request)
GSM BSS	Global System for Mobile Communications

---

GW Pasarela (gateway)

## H

HDLC High Level Data Link Control

HDSL High bit rate Data Subscriber Line

HTML Hypertext Markup Language

HTTP Hypertext Transfer Protocol

## I

IAD Dispositivo de Acceso Integrado

IDD International Direct Dialling

IETF Internet Engineering Task Force

IMAP Plataforma de Acceso Multiservicio Integrada

IMT Enlace de Interconexión Normal

iMSS Sistema de Conmutación de Servicios Italtel

IN Red Inteligente

INAP Intelligent Network Application Protocol

INTERNET InterNetworking

INTRANET Red de computadoras que comparten servicios telemáticos

IP Internet Protocol

IPDR Internet Protocol Detail Record

ISDN Integrated Services Digital Network

ISP Internet Service Provider

IS-IS Sistema Intermedio a Sistema Intermedio

ISUP ISDN User Part of SS7 (Parte de Usuario RDSI )

ITSP Internet Telephony Service Provider

ITU International Telecommunications Union

IVR Interactive Voice Responce

IXC Inter-Exchange Carrier

## J

JAIN Java APIs for Integreted Network. Consorcio de la industria, dedicado al desarrollo de un ambiente Java estándar para la creación y ejecución de servicios en el dominio de las telecomunicaciones

---

JITTER Variación en el tiempo de arribo de los paquetes

## L

LAN Local Area Network

LD Larga Distancia

LDAP Lightweight Directory Access Protocol

LDB Desvío de Larga Distancia

LDP Protocol Distributor Label

LEC Local Exchange Competitive

LEN Local Exchange Node

LER Label Edge Router

LEX Centrales Locales

LMDS Sistema de Distribución Local Multipunto

## M

MAC Media Access Control

MAN Metropolitan Area Network

MCS Sistema de comunicaciones multipunto (multipoint communications system)

MCU Unidad de control multipunto (*multipoint control unit*)

MDT Multiplexing Division Time (TDM en Inglés)

MGCP Media Gateway Control Protocol.

MGW Media Gateways

MODEM Modulator / Demodulator

MP Procesador multipunto (multipoint processor)

MPLS Multi Protocol Label Switch

MSC Centro de Conmutación de Servicios Móviles

MSF Forum de Conmutación Multiservicio

## N

NAS Network Access Server

NGN Redes de Próxima Generación (New Generation Network)

NAT Network Address Translation (Traducción de Direcciones de Red)

---

**O**

OBX	Central Óptica de Banda Ancha
OPT	Open Packet Telephony
OSS	Sistema Soporte de Operaciones
OSPFv2	Protocolo de Enrutamiento de Primer Trayecto más corto v2

**P**

PARLAY	Consortio de la industria que ayuda a crear un conjunto de APIs, que posibilitan a los desarrolladores realizar aplicaciones fácilmente. Estas utilizan las funcionalidades provistas por el núcleo de la red.
PBX/PABX	Private Automatic Branch Exchange
PC	Personal Computer
PCM	Pulse Code Modulation
PINT	PSTN and Internet Interworking (los servicios de la RTPC son disparados por solicitudes de la red IP.
PDA	Asistentes Digitales Personales
POTS	Plain Old Telephone Service (Servicio Telefónico de Planta Tradicional)
PPP	Point to Point Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Networks
PoP	Punto de Presencia
PLMN	Red Móvil Terrestre Pública
PTO	Operadores de Telefonía Pública
PVC	Circuito Virtual Permanente

**Q**

QoS	Quality Of Service (Calidad de Servicio)
-----	--

**R**

RAS	Remote Access Service
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados (ISDN en Inglés)
RFC	Request For Comments (Solicitud de Comentarios)
RLC	Control de Enlace de Radio
RNS	Servidor de Red de Radio.
Router	Ruteador (Enrutador en Español)

---

RTCP	Real-Time Transport Control Protocol
RTP	Real-Time Protocol
RTPC	Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN en Inglés)

**S**

SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Symmetric Asymmetrical Digital Subscriber Line
SG	Pasarela de Señalización
SGSN	Serving GPRS Support Node.
SGT	Centrales de Tránsito
SGU	Centrales Urbanas
SHDSL	Symmetric High Density Digital Subscriber Line
SIGTRAN	SIGNalling TRANsport. Mecanismos para el transporte de la señalización basada en paquetes de la RTPC (como el Q.931 y los mensajes SS7 ISUP) sobre la red IP.
SIP	Protocolo de Inicialización de Sesión
SIP-T	SIP para Teléfonos
SMC	Centro de Gestión de Servicios
SNMP	Simple Network Management Protocol
SONET	Synchronous Optical Networks
SPIRITS	Service in the PSTN / IN Requesting Internet Service. Los servicios de la red IP, son desencadenados por solicitudes de la RTPC
SPVC	Circuito Virtual Conmutado
SS7	Signaling System Number 7 (Sistema de Señalización No. 7)

**T**

T1	Enlace de transmisión digital con capacidad de 1,544 Mbps (Norteamérica)
TCP	Transmission Control Protocol
TEX	Centrales de Tránsito o Clase 4
TTY	Teleprinter/Teletype/Teletypewriter

**U**

UDP	User Datagram Protocol
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNI	Interface red-usuario

---

UPnP	Universal Plug an Play
URI	Identificador de Recursos Uniformes
URL	Uniform Resource Locators
URI	Identificador de Recursos Uniformes
URL	Uniform Resource Locators

**V**

V5.X	Interfaces estándar MDT
VAD	Detección de Actividad de Voz
VEA	VocalTec Ensemble Architecture
VGK	VocalTec GateKeeper
VISM	Modulo de Servicio de Interfuncionamiento de Voz
VoATM	Voice over ATM
VoDSL	Voice over DSL
VoFR	Voice over Frame Relay
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
VQ	Voice Quality

**W**

WAN	Wide Area Network
WFQ	Algoritmo de Priorización de las Colas
WWW	World Wide Web

**X**

XML	Extensible Markup Language
-----	----------------------------

---

## **ANEXO A. Elementos a considerar en el Planeamiento de una Red de Telefonía IP utilizando la Arquitectura VocalTec.**

Según VocalTec [51], en el planeamiento de una red de Telefonía IP, deben tomarse en consideración los siguientes elementos:

- Requerimientos de Red.
- Funcionamiento de la red.
- Topología de la Red.
- Planeamiento de la Redundancia.
- Sistema de Facturación y Registro.
- Seguridad y Autenticación. Medios para asegurar la seguridad de la red, limitando el acceso sólo a usuarios autenticados y la utilización de corta fuegos.
- Interdominio y Acuerdos. Acuerdos bilaterales y arreglos con otros Proveedores de Servicio.
- Pruebas de la Red y Simulación. Medios de prueba de la Red, incluyendo simulaciones y pruebas del funcionamiento y calidad.

A continuación se analizan en detalles estos elementos.

### **Requerimientos de Red**

La planificación de la red se basa en la información sobre los requerimientos específicos de los servicios que la misma prestará. Por ejemplo, en la Arquitectura de VocalTec son identificados los siguientes servicios:

- Teléfono a Teléfono
- PC a Teléfono y Teléfono a PC (Llamada en Espera en Internet).
- Web a Teléfono.
- Red Privada Virtual de Voz (VPN de Voz).
- Interdominio (solución de operador de interconexión).
- Reemplazamiento de un conmutador tandem.

Cada servicio tiene diferentes requerimientos de red. Las interfaces de red, los procesos de establecimientos de llamadas, la seguridad, los requerimientos de direccionamiento y facturación

---

están influenciadas por el tipo de servicio. La decisión para seleccionar el lugar donde se sitúan los PoPs de origen y terminación pudieran variar en dependencia del tipo de servicio

Número de subscriptores y su distribución. Determina el número de líneas disponibles, lo cual tiene influencia en el número de pasarelas y en la distribución de los PoPs.

Características del sistema de facturación. Las características del sistema de facturación de terceras partes (ejemplo robustez, interfaces y arquitectura), influyen en las características de la red.

Consideraciones de red. Se tiene en cuenta la información sobre las interfaces telefónicas (ejemplo PRI, E1,T1), las características de funcionamiento de la red, tales como el ancho de banda disponible, la calidad del servicio de voz, la seguridad y la redundancia de la red, así como el funcionamiento con carga pico. La relación entre el rendimiento y los costos, determina las restricciones básicas de la red.

### **Interdominio y características de los acuerdos.**

Es necesario tomar en consideración el tráfico interdominio, donde las llamadas son enrutadas desde una red hasta la red de otro Proveedor de Servicio remoto, o viceversa. Además deben ser considerados los acuerdos de facturación de las llamadas interdominios. Un Proveedor de Servicios de un dominio puede trabajar con otro de un dominio distinto estableciendo acuerdos bilaterales o en un arreglo con un operador de interconexión (clearinghouse).

### **Funcionamiento de la red.**

Cada elemento de la red tiene su propio conjunto de limitaciones. En este punto se debe considerar tanto las restricciones de un elemento dado y de la red en general.

El funcionamiento de la red está influenciado por:

- Capacidad de ancho de banda.
- Restricciones de funcionamiento.
- Restricciones de Calidad.

Tiempo de Establecimiento de las Llamadas. Se refiere al intervalo de tiempo desde cuando la llamada es situada hasta que el teléfono comienza a dar timbre en el extremo lejano. Este no debe exceder 5 segundos para la señalización RTPC a RTPC, en el peor escenario. Los factores que influyen en este tiempo son:

---

- El tiempo de respuesta desde la pasarela de origen hasta la entidad, que se ocupa del control de la llamada, si se utiliza H.323, sería el gatekeeper (GK).
- Carga de llamadas en las pasarelas y otras entidades.
- Funcionamiento del sistema de facturación.
- Demoras de los paquetes IP entre nodos de la red.
- Comunicación entre entidades de distintos dominios, por ejemplo entre GK y GK.

Los GKs y el sistema de facturación del PoP deben estar situados tan cerca como sea posible a la pasarela que origina la solicitud de llamada o en una configuración que maximice el rendimiento y el tiempo de respuesta.

Rendimiento de llamada. Se refiere a cuantas llamadas pueden ser realizadas en un cierto intervalo de tiempo y depende de la carga de la red y del número de pasarelas. También depende del número de solicitudes y respuestas que la entidad de control (ejemplo GK) puede manejar en un segundo.

Funcionamiento de la Pasarela. Este es influenciado por el número de líneas que pueden ser soportadas simultáneamente y por la demora requerida desde el fin de una llamada y el inicio de la próxima por la misma línea.

Funcionamiento del Gatekeeper (GK). Está determinado por el número de llamadas establecidas por segundo que este puede soportar, de lo que se deriva el número de llamadas concurrentes o pasarelas por GK. Debido a que dos puntos extremos están involucrados en una llamada, dos establecimientos de llamadas deben ser considerados.

Número de Puertos de Pasarelas soportadas por un Gatekeeper. Este es un número limitado por el número de establecimientos de llamadas por segundo que la pasarela puede soportar. Si un puerto genera  $Y$  establecimientos de llamadas por segundo, el GK puede soportar  $X/Y$  puertos. El número de establecimientos de llamadas por segundo generado por un puerto, es el inverso del tiempo promedio de ocupación (que incluye también las llamadas no completadas). Por ejemplo, si este tiempo es de 180 segundos, entonces cada puerto genera  $1 / 180$  llamadas por segundo; un GK que soporta  $X$  establecimientos de llamadas por segundo, puede soportar  $X / (1 / 180) = 180 \times X$  puertos. Si el GK gestiona ambos extremos para cada llamada, entonces soportará  $180 \times X / 2$  llamadas.

---

## Topología de la Red.

La topología de la red depende de los elementos de red de la plataforma utilizada, en este caso se considerará la arquitectura de VocalTec, donde los elementos pueden conformar distintos diseños de PoP. Un ejemplo de configuración posible se muestra en la figura A.1.

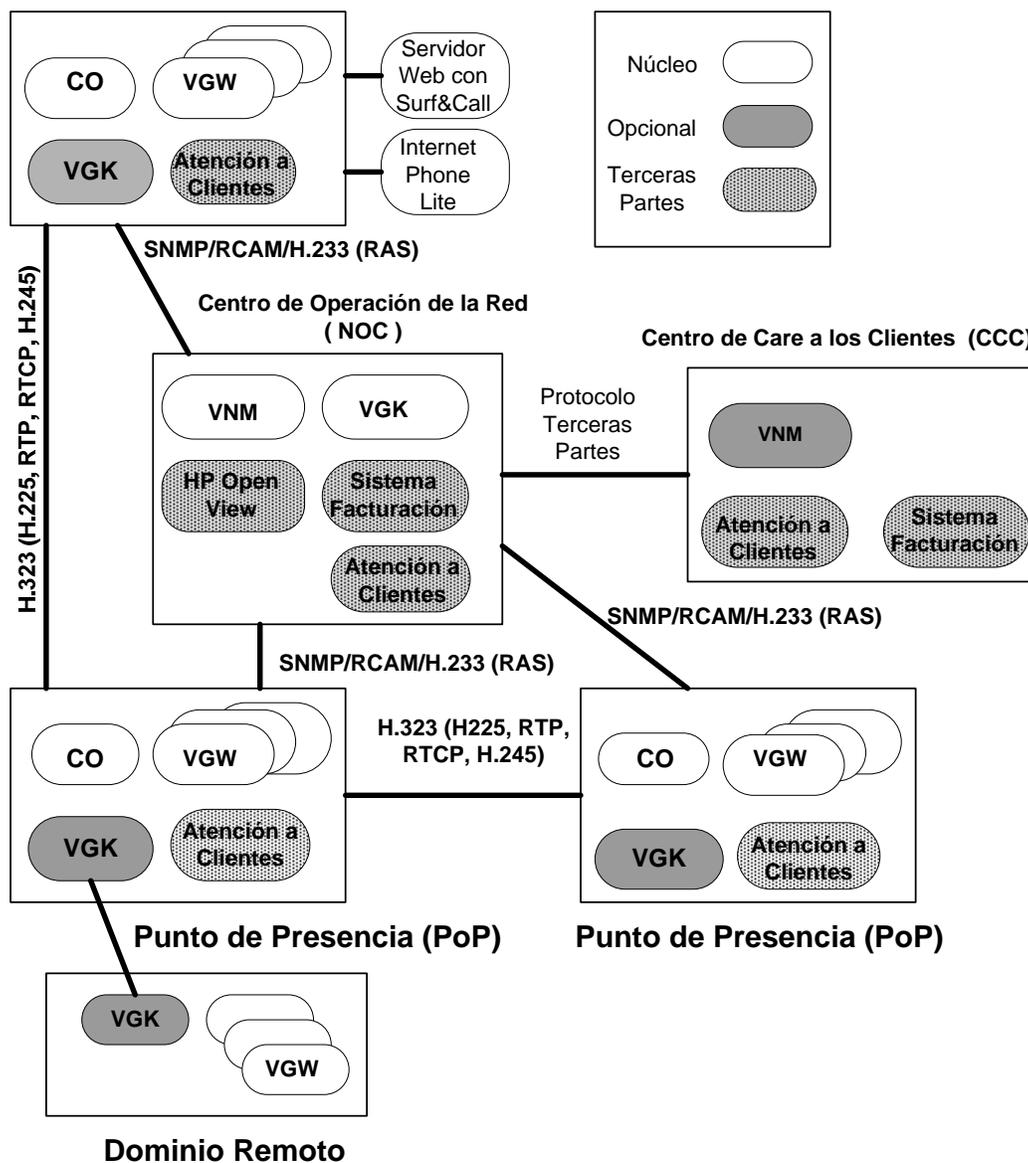


Figura A.1 Ejemplo de Configuración de Red de VocalTec.

En la figura un Centro de Operaciones de la Red (NOC), conecta varios PoPs y la facturación de terceras partes o Centro de Atención a Clientes (CCC).

Existen varias opciones de configuración, para los elementos de la Plataforma VocalTec, entre las que se encuentran:

- Pasarelas registradas a un sólo GK.
- Pasarelas registradas a múltiples GKs
- Modelo bilateral interdominio (GKs de diferentes dominios se comunican directamente uno con otro).
- Modelo Clearinghouse Interdominios. Un GK local y uno remoto, interactúan utilizando un gatekeeper Clearinghouse.
- Servidor SIP de VocalTec. Define una llamada desde un Cliente SIP a un Servidor VocalTec.

### **Planeamiento de la Redundancia y Recuperación.**

La redundancia en la red, se refiere a la existencia de elementos de respaldo en caso de fallas en la red.

Una red IP debe estar prevista para su recuperación ante fallos en cualquier lugar de la misma, mediante el reenrutamiento de las llamadas, para evadir las secciones averiadas de la red. Varios mecanismos mantienen el funcionamiento de la red. Entre estos se incluyen las encuestas periódicas mediante los servidores del sistema y los componentes para el estado de los dispositivos en la red y para la actualización de los cambios en la base de datos, así como mecanismos tales como “perro guardian”, que son capaces de inicializar automáticamente los componentes que fallan.

En las plataformas donde se utilizan GK, ante fallos del mismo, las pasarelas y las aplicaciones de clientes buscan el próximo GK en la lista. La redundancia del DNS tiene que estar disponible. Para garantizar la redundancia del GK se requiere un mecanismo de replicación y actualización de la base de datos que se comparte por múltiples GKs cuando alguno de ellos se interrumpe.

En el planeamiento es importante considerar la gestión de fallas en la red, la cual está asociada con los mecanismos que manipulan fallas sobre cualquier segmento de la misma. Si ocurren problemas en uno de los enlaces en la red, la gestión debe ser un medio para trabajar sobre ellos. Todos los enlaces en la red son críticos para la correcta operación de la misma.

También debe conocerse las acciones que se producen, en las interfaces entre los distintos elementos de una Arquitectura de VoIP y de esta con la RTPC, pues de su correcto desempeño depende el establecimiento correcto o la liberación de llamadas en el sistema. Para una red de VocalTec son consideradas las siguientes interfaces:

---

- RTPC a Pasarela.
- Pasarela a Pasarela.
- Pasarela a Gatekeeper
- Gatekeeper al Sistema de Facturación
- Gatekeeper a la Base de Datos.
- Gatekeeper a Gatekeeper (interdominio)

En la interfaz RTPC a pasarela, cuando esta última detecta la pérdida de la conexión a la RTPC, sale fuera de servicio y ocurre un “log out” del GK. Tan pronto como la pasarela detecta una reconexión esta automáticamente se registra al GK y entra en servicio. En el Interfaz pasarela a pasarela, se consideran dos tipos de conexión: Conexión de medios (RTP) y la conexión TCP/ IP. Cualquier conexión que se pierda debe detectarse por las pasarelas y finalizar las llamadas.

### **Gestión de Subscriptores y de la Facturación.**

La disponibilidad de una solución de facturación confiable y en tiempo real es un componente clave de cualquier red de Telefonía IP, lo que está muy ligado al tema de la seguridad que deben tener estas redes.

En la arquitectura VocalTec, se provee Autenticación (verificación de la identidad de los usuarios), Autorización (verifica los derechos de los usuarios) y Accounting y las correspondientes interfaces API, que utilizan los GK para gestionar interacciones con proveedores de sistemas de facturación de terceras partes. Además, todos los eventos de facturación son almacenados en un fichero log en el GK. Este fichero puede ser colectado y procesado por sistemas de facturación de terceras partes y puede ser utilizado en los casos donde desarrolladores de terceras partes no deseen una implementación del Sistema de Facturación utilizando API

Los GKs proveen los medios para la autorización mediante la utilización de grupos de usuarios y derechos de accesos para pasarelas y subscriptores, así como derechos administrativos y palabras claves para la base de datos. El gestor de la Arquitectura VocalTec (VNM) permite el aprovisionamiento de usuarios y la autorización basada en reglas.

En el sistema VocalTec, se utilizan dos tipos de tokens encriptados para proveer acceso al sistema. Estos son:

---

- Tokens de Autenticación. Permiten la autenticación de la identidad de los usuarios al gatekeeper. El mensaje de autenticación se encripta con la palabra clave de los usuarios. La autenticación es por una vez, por lo que nuevas llamadas requieren nuevas autenticaciones.
- Tokens de acceso. Verificación de los derechos de usuarios a las pasarelas de terminación. El token de acceso se encripta con la palabra clave de la pasarela de terminación y se pasan por un canal H.225 para el establecimiento de llamadas.

### **Interdominios y acuerdos.**

En una red global, diferentes proveedores de servicios deben compartir una infraestructura de Telefonía IP mediante un proveedor de servicio que funciona como un clearinghouse o operador de interconexión.

Operando un dominio de autoridad simple y utilizando una entidad clearinhouse un proveedor de servicio, puede establecer un punto único para el enrutamiento de llamadas externas.

En cada dominio el GK, es la entidad central que mantiene toda la gestión de llamadas y además es la localización central de la facturación. Los eventos de facturación son grabados como CDRs para un fichero log de facturación en el VGK. Los eventos de facturación son también expuestos a sistemas de facturación de terceras partes mediante la autenticación, autorización y accounting. Similarmente, en el clearinghouse, los GKs actúan como entidad central para la facturación y la gestión de las llamadas.

Además del modelo clearinghouse, dos dominios diferentes de VocalTec pueden escoger trabajar en un modelo bilateral, donde los GKs de ambos dominios interactúan directamente para establecer, terminar y fijar acuerdos de llamadas.

El gestor de Red VocalTec (VNM), permite a los administradores insertar dominios y la información del Plan de Discado manualmente. También existe un utilitario que provee a desarrolladores de terceras partes con acceso directo a la base de datos para añadir / remover y actualizar la información sobre los dominios y el plan de discado.

El VNM gestiona el plan de discado global y que dominios soportan las terminaciones RTPC dadas. Un administrador puede priorizar dominios específicos y balance de carga. Además es posible gestionar los privilegios de acceso de los dominios al dominio del clearinghouse.

---

## **Diseño de un Punto de Presencia (PoP).**

En el diseño de un PoP para la Arquitectura VocalTec se tendrá en cuenta que:

Con respecto a las Pasarelas del PoP, las mismas se deben situar cercanas a las centrales de conmutación, en lugares donde existe concentración de usuarios, de modo que el costo en la pasarela de origen sea minimizado para una llamada local, teniendo en cuenta ese mismo principio en las pasarelas de terminación. También se añaden pasarelas adicionales para garantizar redundancia.

Principios para la localización de los gatekeepers:

- Situarlos en el PoP donde existe concentración de pasarelas. Esto optimizara la velocidad de conexión y reduce su costo.
- Conectarlos a las pasarelas, en una configuración que provea el mayor ancho de banda y minimice la cantidad de reenrutamientos.
- Sitúe el GK del NOC (el cual contiene la base de datos fuente o maestra), cercano al gestor de la red (en este caso seria VNM).
- Poner el GK cercano a otros GKs para balance de carga.

Planeamiento de la redundancia.

- Añada un GK extra para que asuma en caso de la caída del que esta en funcionamiento.
  - Configure la redundancia del DNS que garantice el punto anterior.
  - Provea balance de carga para el VGK (VocalTec Gatekeeper) mediante la configuración del DNS.
  - Provisión de redundancia para el sistema de facturación.
  - Provea puntos extremos alternativos a las terminaciones RTCP (debe existir más de una pasarela en los puntos críticos y más de una pasarela en el mismo grupo / PoP con el mismo plan de discado)
  - Asegurarse de que grupos de pasarelas diferentes sean capaces de soportar los mismos permisos de llamadas. El plan de discado es utilizado para ordenar o asignar prioridades de llamadas a las pasarelas, de modo que las solicitudes de llamadas sean transferidas a pasarelas alternativas en caso que una pasarela con alta prioridad sea capaz de aceptar las solicitudes.
-

**ANEXO B. Tablas utilizadas para el dimensionamiento de las Redes.**

% de Llamadas en la Hora Pico	Promedio de Llamadas por usuario por mes (horas)				
	1	2	4	8	16
0.0014 (distribución uniforme)	0.0014	0.0028	0.0056	0.0112	0.0224
0.0028 (llamadas 12 horas por día)	0.0028	0.0056	0.0112	0.0224	0.0448
0.0039 (llamadas durante la semana solamente)	0.0039	0.0078	0.0157	0.0314	0.0627

Tabla 1. Llamadas en la Hora Pico

Usuarios Simultáneos	Razón de Bloqueo							
	0.1%	0.2%	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%
24	12.2	13.0	14.2	15.3	16.6	19.0	21.8	26.5
30	16.7	17.6	19	20.3	21.9	24.8	28.1	33.8
48	31.7	33	35.1	37.0	39.3	43.5	48.5	57.3
60	40.8	42.4	44.8	46.9	49.6	54.6	60.4	70.9
72	50.9	52.7	55.5	58.0	61.0	66.7	73.5	85.8
90	66.5	68.6	71.8	74.7	78.3	85.0	93.1	108.2
96	71.7	73.9	77.2	80.3	84.1	91.1	99.7	115.7
120	93.0	95.5	99.4	103.0	107.4	115.8	126.1	145.6

Tabla 2. Carga de Llamadas para Razones de Bloqueo y Usuarios Simultáneos

Codificador	Tamaño Paquete ms	Ethernet	Frame Relay	Modem
		50% Silencio Kbps	50 % Silencio Kbps	Razón de bit Activa Kbps
G.723	30	12 (15.9)	9.6 (13.5)	20.5 (29.0)
	60	7.6 (11.1)	6.4 (9.9)	13.8 (21.6)
G.729	20	17.2 (22.2)	13.6 (18.6)	29.0 (40.0)
	40	10.6 (15.1)	8.8 (13.3)	18.9 (28.8)
VHQC 9.6	20	18 (23.8)	14.4 (20.2)	30.8 (43.6)
	40	11.4 (16.7)	9.6 (14.9)	20.7 (32.3)

Tabla 3. Razones de los Codificadores con y sin Redundancia

## **ANEXO C. Equipamiento de VocalTec utilizado en la Prueba de Campo de Telefonía IP.**

Los componentes de la de red de la Arquitectura de VocalTec, utilizados en la prueba de campo fueron:

### **Elemento de Gestión de Red**

#### **VocalTec Network Manager (VNM).**

Utilizado por los Proveedores de Servicios para la gestión y monitoreo centralizado de todos los dispositivos de la Arquitectura de VocalTec.

### **Servidor**

#### **VocalTec Gatekeeper (VGK).**

Es el servidor que controla todo el servicio de Telefonía IP, basado en H.323 V2. Provee direccionamiento, enrutamiento y funciones de seguridad del sistema.

### **Pasarelas**

#### **VocalTec Gateway 120 (VGW 120).**

Son pasarelas H.323, basadas en Window NT. Se utilizaron en ambos sitios sirviendo de puente entre la RTPC y la red IP. En este caso se utilizó IP sobre Frame Relay. VGW soporta hasta 120 líneas (4 flujos E1).

---

## **ANEXO D. Resumen de Protocolos y Recomendaciones utilizados**

El objetivo del presente Anexo, es proporcionar informaciones relacionadas con varios de los protocolos e iniciativas de distintos grupos de trabajo mencionadas en el cuerpo del trabajo, de manera que el lector no familiarizado con tantos términos y protocolos pueda ubicarse. Es importante señalar que estas anotaciones no constituyen estudios profundos de los mismos, pues si este fuera el propósito entonces se requerirían trabajos completos dedicados a ello.

**PINT** (PSTN and Internet Interworking) y **SPIRITS** (Service in the PSTN / IN Requesting Internet Service), son dos recomendaciones de grupos de trabajos de la IETF (Internet Engineering Task Force), que consideran la necesidad de interoperación de los servicios entre la RTPC e Internet. En SPIRITS, los servicios de la red IP, son desencadenados por solicitudes de la RTPC. SPIRITS se interesa en primera instancia en servicios como Llamada en Espera en Internet, Identificador de Llamada en Internet y Reenvío de Llamadas por Internet.

En PINT, los servicios de la RTPC son disparados, por solicitudes IP. La idea es tener un cliente ligero Java para SIP, embebido en los dispositivos de los usuarios, de manera que se hable con la INAP de la PSTN. El objetivo de esta iniciativa es permitir el acceso vía Web a contenidos de voz y habilitar el despliegue de servicios de dial/fax-on-click.

**TRIP** (Telephony Routing over IP) [45]. Protocolo interdominios administrativos para anunciar la alcanzabilidad de destinaciones telefónicas entre los servidores de localización, y para anunciar los atributos de las rutas a aquellos destinos. La operación de TRIP es independiente del protocolo de señalización, por tanto puede servir como un protocolo de enrutamiento telefónico a cualquier protocolo de señalización [RFC]. Se ha diseñado para permitir a los proveedores de servicios intercambiar información de enrutamiento para anunciar que áreas de llamadas sirven. La información de enrutamiento obtenida de TRIP se distribuye a los dominios administrativos telefónicos y puede utilizarse para determinar el enrutamiento hacia destinos de la RTPC.

Si un número telefónico, no tiene asociado un recurso SIP, la red IP enruta la llamada a una pasarela de enrutamiento telefónico, conectándola a la RTPC. En un ambiente interconectado con muchas relaciones pares entre Proveedores de Servicios, los recursos en la red IP necesitan descubrir que números telefónicos están asociados con que pasarelas.

---

**SIGTRAN** (SIGnalling TRANsport) [15]. Hay que buscar mecanismos para el transporte de la señalización basada en paquetes de la RTPC (como el Q.931 y los mensajes SS7 ISUP) sobre la red IP.

**JAIN** (Java APIs for Integrated Network) [32]. Es un consorcio de la industria, dedicado al desarrollo de un ambiente Java estándar para la creación y ejecución de servicios en el dominio de las telecomunicaciones. JAIN ayuda a proveer una arquitectura “middleware” para la construcción de servicios telefónicos independiente de los protocolos que interactúan. Cada uno de los desarrolladores para usuarios de servicios telefónicos deben ser capaces de solicitar / desarrollar desde / hacia la RTPC, redes de paquetes o inalámbricas y tomar ventaja del ambiente resultante integrado.

La arquitectura JAIN no es específica de SIP y define una capa de protocolo y una API para la creación lógica de servicios independiente de los protocolos de red. La lógica del servicio se desarrollará utilizando la API JAIN universal y será compatible con cualquier tipo de servidor (IP o RTPC), donde esté instalada la arquitectura JAIN, de manera que el código se hace independiente de la plataforma. Los protocolos MGCP, Megaco, H.323, SIP, son soportados por la arquitectura JAIN, así como los protocolos de Señalización No. 7 (por ejemplo TCAP, INAP y MAP). El objetivo de esta capa de protocolo es ocultar los detalles de red e implementaciones de protocolos, separando el ambiente de creación de servicios del mantenimiento de la red.

La capa de aplicación provee un modelo de llamada común para todos los protocolos soportados en la capa de protocolo. También garantiza acceso seguro a los recursos de red a través de la API JAIN Parlay, la cual actúa como “cortafuego” protegiendo la integridad de la red integrada. La API JAIN Parlay provee una interfaz que exporta algunas o todas las capacidades dentro de la red integrada para los servicios que corren en un dominio diferente. Esto permite a los operadores, tener acceso a la lógica de servicios de otros operadores, aún si esta lógica está en un dispositivo fuera del dominio de la red. De este modo es posible desarrollar completamente servicios independientes del operador de red.

**PARLAY.** Es un consorcio de la industria, que similar a JAIN, ayuda a crear un conjunto de APIs, que posibilitan a los desarrolladores realizar aplicaciones fácilmente. Estas utilizan las funcionalidades provistas por el núcleo de la red. Las aplicaciones pudieran desarrollarse por terceras partes y por el propio operador de telecomunicaciones e incluso pudieran ser accesadas desde el exterior del dominio del operador.

---

**SIP-T** (SIP para teléfonos), es un mecanismo que permite que SIP se utilice para el establecimiento de llamadas ISUP entre la RTPC basada en Señalización No.7 y las redes telefónicas IP, basadas en SIP [32]. **SIP-T** lleva un mensaje ISUP dentro del cuerpo de un mensaje SIP. SIP-T, también especifica la utilización del método INFO de SIP, para el soporte de señalización de llamada de los medios.

A continuación se analizará como una red IP se relaciona con la RTPC, para proveer la transparencia de ISUP en la interconexión entre ambos tipos de redes. Se requiere un MGC, que hable ISUP para la RTPC y SIP para la red IP capaz de realizar las conversiones requeridas entre ambos mundos. También se requiere de teléfonos SIP, como dispositivo de inicio de llamadas y de Proxy SIP, que enruta las llamadas SIP a su destino, el cual pudiera colocarse con los MGCs y teléfonos SIP.

Se asume que la forma en la cual, son manipuladas las comunicaciones, son transparentes al usuario, o sea, éste no necesita conocer la naturaleza del destino de la llamada (SIP o RTPC). Esta tarea es del Proxy SIP o del MGC. Las funcionalidades utilizadas para este propósito son encapsulación y traducción. Encapsulación significa que el mensaje SIP debe ser suficientemente flexible para contener las cargas útiles (SDP, ISUP, etc.). En cuanto a la traducción algunas reglas deben ser establecidas para la asignación de mensajes ISUP a SIP y viceversa. Por ejemplo, un mensaje IAM debe encapsularse en un mensaje INVITE y un REL en un mensaje SIP del tipo BYE. Los proxies en la red IP son suficientemente inteligentes para enrutar una llamada a su destino

La configuración de SIP-T habilitada en la red depende de las entidades de origen y terminación de las llamadas. Estas pudieran ser dispositivos SIP o teléfonos tradicionales de la RTPC. De acuerdo al origen, tránsito y terminación de las llamadas se distinguen los siguientes escenarios:

- RTPC-IP-RTPC. Una llamada es manipulada por dispositivos extremos de RTPC y esta progresó por una red IP.
- RTPC-IP-IP. Una llamada se origina en la RTPC y termina en un teléfono SIP.
- IP-IP-RTPC. Llamada originada por un teléfono SIP que termina en la RTPC.

**Megaco / H.248.** Es un resultado del esfuerzo conjunto de la IETF y de la UIT. En este protocolo, la MG no retiene el conocimiento del estado de la llamada y provee sólo capacidades para cross-

---

conectar varios tipos de flujos de medios bajo control del MGC y para detectar y transmitir varios tipos de señalización asociadas con aquellos flujos de medios.

Megaco / H.248 entiende las MG como un conjunto de terminaciones, cada una de las cuales representa un cierto tipo de flujos de medios. Una terminación puede ser una entidad física tal como una línea analógica o un nivel de señal digital, esto es una ranura de tiempo DS-0 (time-slot), dentro de un interfaz DS-1, o pudiera ser una entidad lógica tal como un flujo de paquetes de VoIP. Las terminaciones lógicas pueden ser creadas y destruidas por medio de comandos del protocolo solicitando que dos o más terminaciones sean situadas en el mismo contexto. Si los flujos de medios asociados con terminaciones que están en el mismo contexto, son diferentes, entonces la MG debe realizar la conversión entre ellos. Las terminaciones tienen varias propiedades de los flujos de medios asociadas con ellos, tal como la identidad del codificador de voz que fue utilizado, una lista de eventos de señalización que se espera notificar al MGC, así como una lista de señales que son capaces de transmitir en respuesta a solicitudes del MGC. Por ejemplo, una terminación de línea analógica debe ser capaz de notificar al MGC que esta detectando un colgado o un descolgado. Entonces debe ser capaz de aplicar timbre sobre la línea cuando se solicita por el MGC. Los eventos y señales que se asocian con un tipo de terminación específica, se describen en un paquete.

Este protocolo se ha diseñado, de forma que permita su escalabilidad, incluyendo un mecanismo para especificar y registrar nuevos paquetes. Esta ventaja, supera las deficiencias de protocolos anteriores, como MGCP, permitiendo manejar las necesidades de otros protocolos de voz paquetizada, distintos a VoIP y provee los medios para manipular las variaciones específicas de cada país, en cuanto a los servicios telefónicos analógicos.

Megaco / H.248, está diseñado para ser transportado independientemente, aunque algunos apéndices del mismo describen la utilización de TCP / IP y UDP / IP, como opciones de transporte. La mayor parte de las implementaciones de los softswitch, utilizan transporte IP para este protocolo, aunque pudieran existir razones para utilizar transporte nativo basado en ATM, tal como I.336.1 (subcapa de segmentación y reensamblado para AAL2), para el transporte hacia MG remotas que operan conexiones de VoATM.

---