

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

**PROYECTO DE GRADO  
IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE  
NUEVA GENERACIÓN NGN**

**JUAN PABLO SÁNCHEZ  
MIGUEL ARMANDO FRANCO ALZATE**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PEREIRA  
2009**

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

**PROYECTO DE GRADO  
IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE  
NUEVA GENERACIÓN NGN**

**JUAN PABLO SÁNCHEZ  
MIGUEL ARMANDO FRANCO ALZATE**

**PRESENTADO A  
COMITÉ CURRICULAR (JURADO)**

Trabajo Presentado Para la Evaluación del Proyecto de Grado

**UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PEREIRA**

2009

**AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad Católica Popular del Risaralda y en especial a la Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías por el aporte tan valioso en todo el proceso de aprendizaje, durante toda la carrera.

Por su colaboración y acompañamiento agradecemos al profesor Ehumir Salazar Rojas, asesor del proyecto, a nuestras familias que nos motivaron durante esta etapa tan importante de nuestras vidas. Igualmente un agradecimiento especial a los ingenieros: Carlos Alberto Arango y Raúl Buitrago de la empresa UNE Telefónica de Pereira por su tan valioso aporte de conocimientos y experiencia y en general a la empresa UNE Telefónica de Pereira por permitirnos tomar como referencia algunos de sus procesos en cuanto a las redes de nueva generación.

**TABLA DE CONTENIDO**

	Pág
RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN.....	15
2. OBJETIVO GENERAL.....	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. MARCO CONTEXTUAL.....	19
3.1 ENTORNO GLOBAL EN LAS TELECOMUNICACIONES.....	19
3.1.1 Los Primeros en Adoptar las NGN a Nivel Mundial..	21
3.1.2 Panorama Actual de las Telecomunicaciones en las Grandes Potencias.	23
3.1.3 Tendencias en Telecomunicaciones a Nivel Mundial.	24
3.1.4 La Crisis Económica Mundial y las TICs (Tecnologías de la información y las Comunicaciones).	27
3.2 PANORAMA REGIONAL (LATINOAMERICA) DE LAS TIC.....	30
3.2.1 Telefonía Fija en América Latina.....	30
3.3 ENTORNO NACIONAL.....	32
3.3.1 Reseña Histórica: Liberación, Regulación y Competencia en Colombia.....	32
3.3.2 Situación Actual de la Telefonía Fija en Colombia..	35
3.3.3 Tendencias en Telecomunicaciones en el Entorno Nacional.....	38
3.3.4 Convergencia de los servicios de voz fijo-celular.....	42
3.3.5 Experiencia nacional en NGN. ....	43
3.3.6 Ley de Las Tics - Ley 1341 del 30 de Julio de 2009. ....	45
3.3.7 Mercado De Las Telecomunicaciones En Colombia. ....	46
3.3.8 Pronósticos del Mercado de las Telecomunicaciones en Colombia. ....	49
3.3.9 Tendencias en Cuanto a la Telefonía Local.....	50
3.3.10 Estadísticas de desempleo en Colombia.....	51
3.4 ENTORNO LOCAL - REGIONAL.....	53
4. MARCO TEORICO.....	56
4.1 ANTECEDENTES.....	58

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

4.2	EL PUNTO DE PARTIDA, LA ESTRUCTURA DE RED CLÁSICA. ....	59
4.2.1	La RTPBC (La red de Telefonía Pública Básica Conmutada). ....	59
4.2.2	Red de Datos. ....	67
4.2.3	Red de TV. ....	70
4.3	PRIMEROS PASOS HACIA LA CONVERGENCIA. ....	71
4.4	RED NGN. ....	73
4.4.1	Definición De NGN. ....	73
4.4.2	Arquitectura De La Red NGN. ....	73
4.4.3	Componentes de la Arquitectura De NGN. ....	76
4.4.4	Características De Las Redes NGN. ....	82
4.4.5	Cambios Asociados a las Redes NGN. ....	83
4.4.6	Beneficios o Ventajas De las Redes NGN. ....	84
4.4.7	Panorama Actual De Las NGN. ....	84
4.5	IMS (IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM) ....	91
4.5.1	Características De IMS. ....	93
4.5.2	Beneficios De IMS. ....	96
4.6	PLAN TÉCNICO BÁSICO. ....	98
4.6.1	Plan Técnico Básico de Enrutamiento. ....	98
4.6.2	Marco De Referencia. ....	98
4.6.3	Normas Internacionales. ....	99
4.6.4	Objeto Del Plan. ....	99
4.6.5	Objetivos específicos del plan. ....	99
4.7	CONCEPTOS Y DEFINICIONES RELATIVAS AL ANALISIS DE ENRUTAMIENTO EN LAS NGN. ....	100
4.8	MPLS (MULTI-PROTOCOL LABEL SWITCHING) – CONMUTACIÓN POR ETIQUETAS MULTIPROTOCOLO. ....	104
4.8.1	APLICACIONES DE MPLS: ....	107
4.8.2	Metodos Para Selección de Ruta en MPLS. ....	107
4.9	TOPOLOGÍA EN TELECOMUNICACIONES. ....	107
4.9.1	Topología de Estrella. ....	108

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

4.9.2 Topología de Anillo. ....	108
4.9.3 Topología de malla.....	108
4.9.4 Topología Y Arquitectura De La Red Modelo Para El Análisis De Enrutamiento En Diferentes Escenarios, Bajo El Enfoque NGN.....	109
4.10 PLAN DE ENRUTAMIENTO EN EL ENTORNO NGN.....	109
4.10.1 Principios y Criterios de Enrutamiento .....	110
4.11 CONVERGENCIA DE SERVICIOS .....	111
4.11.1 Servicios NGN.....	111
4.12 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN MÁS DIFUNDIDOS DE LA RED NGN	112
4.12.1 H.323.....	112
4.12.2 SIP. ....	114
4.12.3 SIP-T.....	118
4.12.4 MEGACO/H.248. ....	119
4.12.5 SIGTRAN (SIGnaling TRANsport = transmisión de señalización) .....	120
4.12.6 Protocolo Internet versión 6 (IPv6).....	121
5 MÓDELO TEÓRICO.....	123
5.1 CASO1 - DOMINIO GATEWAY DE ACCESO (Access gateway = AGW) .....	123
5.1.1 Dominio Gateway De Acceso, Con Anillo Mpls En El Core De La Red NGN.....	125
5.2 CASO2 - DOMINIO SOFTSWITCH TO SOFTSWITCH (SIP / SIP-T).....	127
5.3 CASO 3 – APLICACIONES CORPORATIVAS O REDES PRIVADAS BAJO EL ENTORNO NGN.....	128
5.4 CASO 4 - DOMINIO NGN - RED PSTN.....	129
5.4.1 Esquema topológico de una red PSTN.....	129
5.4.2 Esquema Topológico de una Red PSTN Interactuando con la Red NGN .....	131
5.5 CASO 5 - DOMINIO NGN - RECIBIENDO LLAMADAS DESDE INTERNET (SOFTPHONE). ....	133
5.6 TENDENCIA DE LA TOPOLOGÍA NGN .....	134
5.7 CONSIDERACIONES FINALES DEL MODELO NGN.....	135
SIMBOLOGÍA .....	137
CONCLUSIONES.....	138

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

RECOMENDACIONES .....	140
GLOSARIO .....	141
BIBLIOGRAFIA .....	153
ANEXOS .....	156

**LISTADO DE FIGURAS**

	Pág
FIGURA 1. Planes de Despliegue de Accesos NGN de los Incumbentes. _	26
FIGURA 2. Distribución de Líneas Fijas en América Latina.	31
FIGURA 3. Evolución en las telecomunicaciones en América Latina.	34
FIGURA 4. Distribución de Líneas en Servicio por Municipio – Junio 2009.	36
FIGURA 5. Mercado de Servicios de Telecomunicaciones en Colombia 2008 Cantidad de Suscriptores / Líneas por Servicio.	47
FIGURA 6. Participación de los ingresos por venta de servicios de telecomunicaciones.	48
FIGURA 7. Pronostico de Ingresos en el Mercado de los Servicios de Telecomunicaciones de Colombia, 2008 – 2014.	50
FIGURA 8. Mercado de Servicios de Telecomunicaciones en Colombia 2008 – 2014.	51
FIGURA 9. Participación de abonados de telefonía local por operador – Junio 2009.	54
FIGURA 10. Tráfico semestral de TPBCL por tipo de línea (minutos) 2007–Junio 2009.	55
FIGURA 11 Diagrama en Bloques de una Central Digital.	62
FIGURA 12. Estructura Topológica de un Sistema de Conmutación.	63
FIGURA 13 Esquema general de una RTPBC.	65
FIGURA 14 Conmutación de Circuitos.	66
FIGURA 15 Conmutación de Paquetes.	67
FIGURA 16. Ejemplo de Topología de una red de Datos.	69
FIGURA 17. Esquema general de una RED HFC.	71
FIGURA 18. La Influencia de Internet en el Desarrollo del Concepto NGN.	72
FIGURA 19. Arquitectura de la Red NGN.	75
FIGURA 20. Comparación Redes clásicas vs. Redes de Nueva Generación.	76
FIGURA 21. IMS Integración Fijo – Celular.	92
FIGURA 22. IMS Arquitectura de IMS.	95
FIGURA 23. Función Routing y Switching de MPLS.	106
FIGURA 24. Estructura de la trama MPLS.	106
FIGURA 25. Esquema de Red propuesto para el análisis de enrutamiento en el entorno NGN.	109

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

FIGURA 26. Diagrama de estados para el establecimiento de una llamada SIP.	118
FIGURA 27. Dominio Gateway de Acceso.	123
FIGURA 28. Dominio Gateway de Acceso con Anillos de Dispositivos en la Capa de Transporte.	125
FIGURA 29. Dominio Softswitch – Softswitch.	127
FIGURA 30. Dominio Troncal SIP hacia redes privadas (PBX).	128
FIGURA 31. Topología y enrutamiento en el dominio PSTN (TDM).	129
FIGURA 32. Arquitectura De Interconexión NGN – PSTN.	131
FIGURA 33. Arquitectura De Interconexión NGN – PSTN con Doble MGW hacia la PSTN.	132
FIGURA 34. Línea IP (Softphone) desde Internet – Registrándose en la red NGN.	133
FIGURA 35. Tendencia de arquitectura en la capa de transporte de la red NGN.	135
FIGURA 36. Esquema de una Red de Servicios de Telecomunicaciones, con diferentes tecnologías y aplicaciones.	136

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Municipios con mayor crecimiento de líneas en servicio Dic. 2008 – Jun 2009.	37
Tabla 2. Ingresos estimados del sector Sem I-2008 - 2009-10-12 Cifras en miles de millones de pesos corrientes.	48
Tabla 3. Comparación De Los Diferentes Estándares.	122

**DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Como estudiantes de último semestre de Ingeniería en Sistemas y Telecomunicaciones, dejamos constancia que el presente proyecto fue desarrollado por nuestra propia iniciativa. La motivación fue inspirada por la necesidad de plantear un escenario de discusión, frente a la migración inminente de las redes de telecomunicaciones tradicionales RTPBC (Red Telefónica Pública Básica Conmutada), hacia las redes de nueva generación NGN y en especial el impacto del plan técnico básico de enrutamiento en este nuevo paradigma de redes convergentes.

Es de anotar que el presente documento podrá ser utilizado por los estudiantes de la universidad, como fundamento de estudio, análisis y discusión.

## **RESUMEN**

Tradicionalmente los diferentes servicios de Telecomunicaciones se prestan de manera independiente, es decir, infraestructuras separadas por cada servicio. Por ejemplo redes de cobre para el servicio de telefonía fija, redes IP la base de los negocios de datos, redes HFC soporte para el servicio de imagen o TV; y así con otros servicios. Hoy en día la tendencia en el ámbito de las telecomunicaciones es la convergencia de redes y servicios a través de una sola infraestructura. Algunos factores han propiciado esta tendencia como lo son:

- ✚ Segmentación del mercado de las Telecomunicaciones, en especial el servicio de voz. Es decir, separarlo del resto de servicios catalogados como básicos.
- ✚ A finales de los años 90, apertura del mercado y libre competencia.
- ✚ Desarrollo y uso acelerado del internet.
- ✚ Poco a poco el modelo en la provisión de servicios ha ido pasando de un enfoque vertical a uno horizontal. Con una infraestructura común para todos los servicios el modelo de red NGN, colocando uno de sus principales activos el core IP (capa de transporte).
- ✚ La necesidad de reducir costos de inversión y afrontar las crisis, manteniendo el mismo nivel del servicio y competencia.
- ✚ Necesidad de establecer la compatibilidad entre diferentes redes
- ✚ Necesidad de las empresas por ser mucho más competitivas y acelerar sus procesos internos de creación y aprovisionamiento de servicios.
- ✚ La necesidad de simplificar y unificar la gestión, la operación y mantenimiento de los servicios.

Para que esta nueva infraestructura pueda responder a las estrictas exigencias del mercado e igualmente que aseguren los mismos o mejores niveles de calidad, capacidad, fiabilidad y disponibilidad. Se debe disponer de las herramientas necesarias que faciliten su despliegue.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

En las tradicionales redes RTPBC se cuentan con los Planes Técnicos Básicos (PTB), como una de las mejores herramientas que permiten el despliegue y desarrollo de las redes y servicios de una manera ordenada, facilitando así la libre competencia y de alguna manera la misma administración del negocio desde un enfoque técnico. De acuerdo a lo anterior y quizá por la entrada de tantos participantes en éste mercado competitivo, se está produciendo un cambio tecnológico a pasos gigantescos. Este crecimiento acelerado ha dificultado a los entes reguladores tomarse el tiempo suficiente para actualizar y/o impartir las recomendaciones (resoluciones) que establezcan criterios de calidad, posibilitando la definición de las reglas o parámetros de interoperabilidad para cada uno de los servicios involucrados, al igual que propiciar así un ambiente de competitividad y equidad entre los participantes. Este acelerado crecimiento también ha dificultado a las empresas operadores tomarse el tiempo suficiente para mantener y/o actualizar los PTB. Y en especial evaluar el impacto que podrá tener la llegada de las redes de nueva generación, tanto en su etapa de implantación y migración, como en la etapa de la convergencia total.

Por otra parte hay un hecho preponderante en el panorama actual de las telecomunicaciones y es la llegada al país de grandes multinacionales, queriendo abarcar y acaparar todo el negocio, explotando todos aquellos sectores que pueden representar altos ingresos y que a la vez exigen más y mejores servicios de Telecomunicaciones. Dichas empresas están llegando e instalando redes de nueva generación a fin de permitir instalaciones inmediatas y ofrecer servicios X-play (doble, triple – Play). Todo esto a favor del usuario final y es algo grandioso si observamos la variedad de servicio y los tiempos de instalación, sin embargo es claro que se está sacrificando calidad de servicio, disponibilidad y seguridad. Bajo éste panorama la pregunta entonces que nos hacemos es: ¿No deberían los entes reguladores pronunciarse al respecto y dictar las reglas y/o recomendaciones con el fin de proteger los intereses de los usuarios y sobre todo de permitir una libre y sana competencia en el mercado?, por el contrario si se obliga a las empresas tradicionales o ya existentes el brindar interconexión y enrutamiento a estos "mounstros" del negocio sin considerar si se cumple o no con los estándares en cuanto a protocolos e interfaces de comunicación se refiere. Ahora bien realmente si cuentan éstas empresas nuevas con un verdadero plan

técnico de básico de enrutamiento?, es claro que no, pues de ser así la interoperabilidad y enrutamiento serían casi transparentes a la hora de implementar las interconexiones.

El Plan Técnico Básico de Enrutamiento permite a las empresas operadoras de redes de telecomunicaciones del país, seleccionar la ruta más adecuada para su tráfico, garantizando una conexión de calidad satisfactoria entre dos terminales o nodos. En el entorno de las redes PSTN es muy sencillo de implementar y regular, pero ahora en este nuevo enfoque de red convergente ¿Cuál será entonces el esquema de enrutamiento a seguir, si tenemos en cuenta la gran cantidad de interfaces? Y también la liberación a la libre competencia, donde al parecer el tema de regulación e igualdad pasó a un segundo plano.

En el capítulo 3 se muestra en forma general el panorama mundial, regional, nacional y local de las Telecomunicaciones. Haciendo énfasis especialmente en aquellos aspectos relevantes que han permitido el despliegue de las redes NGN, las situación actual de los servicios de telecomunicaciones y la tendencia del negocio.

En el Capítulo 4 se brindan los conceptos y toda la fundamentación teórica sobre los diferentes modelos de redes de telecomunicaciones como hasta el momento se conocen, conceptos y teoría sobre las redes de nueva generación, los planes técnicos básicos, conceptos de enrutamientos y como se aplica en el entorno de las redes de telecomunicaciones.

En el capítulo 5 se plantean diferentes escenarios de análisis en cuanto al manejo del enrutamiento en el entorno de las redes NGN y su interacción con las redes tradicionales. Materializando los conceptos y brindando políticas y recomendaciones.

## **INTRODUCCIÓN**

Las sociedades actuales están en pleno proceso de transformación tecnológica gracias al desarrollo constante de las tecnologías de la información. Y más allá de una transformación tecnológica, es un contundente cambio cultural que está obligando a la modificación de costumbres y hábitos de comunicación. Hace unos años el comunicarnos con algún ser querido que se encontraba muy distante era un proceso maratónico y bastante exclusivo, hoy está a tan sólo un clic de distancia, a tan sólo una llamada telefónica a través de llamadas desde Internet o redes privadas de datos usando la tecnología de VOIP (Voz sobre IP).

Las tecnologías que utilizan las redes de Internet y el protocolo sobre Internet IP (Internet Protocol) o simplemente plataformas IP para entregar comunicaciones de voz, video y datos tienen el potencial de reducir los costos, apoyar la innovación y mejorar el acceso de los servicios de las comunicaciones dentro de los países en desarrollo y alrededor del mundo. Tal es el caso de las redes de nueva generación NGN (Next Generation Networks), donde se comienza a aplicar el concepto de convergencia de servicios propiamente dicho. Es decir, transportar toda la información y todos los servicios (encapsulando paquetes), a través de una sola red. Algo similar a lo que sucede con el internet.

Sin embargo, estas nuevas tecnologías plantean retos a los reguladores, pues ellas no se amoldan dentro del modelo regulador, tal como si lo permiten las redes tradicionales PSTN (Public Switching Telephone Network) o su traducción al Español RTPC (Red de Telefonía Pública Conmutada). En muchos países, incluido Colombia se han manejado los servicios de voz, datos y televisión de manera separada, una plataforma central y su respectiva infraestructura de RED para cada servicio, lo que facilitaba la especialización y el poder mantener las redes bajo el contexto de los planes técnicos básicos, garantizando al proveedor la continuidad del servicio, la estabilidad y seguridad de su plataforma e infraestructura. Igualmente una expansión organizada.

A pesar de esto, parece haber un reconocimiento por parte de los organismos regulatorios nacionales e internacionales (CRT, ITU, IEEE) en promover el uso y masificación de las tecnologías IP, con el fin no sólo de llegar a la tan anhelada convergencia, sino también para sacar provecho de las infraestructuras ya instaladas o incluso para que el proceso de cambio o migración de los esquemas tradicionales como RTPBC (Red Telefónica Pública Básica Conmutada) para el servicio de VOZ, redes HFC (Hybrid Fibre Coaxial) y xDSL para el servicio de Datos e Internet banda ancha y plataformas que proveen el servicio de televisión digital (IP-TV) o análoga (HFC); hacia las redes de nuevas generación, se pueda gestar con prontitud a favor de más y mejores servicios para los usuarios.

Para soportar lo anterior y poner en contexto lo anteriormente expuesto, citamos un párrafo extraído del séptimo simposio mundial para organismos reguladores sobre el camino hacia redes de próxima generación: “¿Cómo abordar la evolución hacia las NGN?”

El contexto tecnológico actual se ha heredado principalmente de los años 70: la interconexión de redes y el interfuncionamiento de servicios está fundado en reglas implícitas y explícitas establecidas independientemente para cada tipo de servicio, que en esa época fue el servicio telefónico público tradicional. El desarrollo de las NGN asociado a la multiplicación de operadores implicará una revisión de esas reglas con objeto de mantener una interconexión eficaz entre las redes y, llegado el caso, la interoperabilidad de los antiguos y nuevos servicios admitidos. El objetivo es garantizar el interés del usuario y la competencia del mercado. Los fabricantes y los operadores deben alcanzar cuanto antes una perspectiva en materia de reglamentación para evitar, en la medida de lo posible, una implantación insatisfactoria o la multiplicación de soluciones patentadas que podrían dar lugar a la fragmentación del mercado o a una disminución de la calidad de los servicios entre operadores.

Esta perspectiva en materia de reglamentación debe abarcar en especial esferas tales como la interoperabilidad, la interconexión, la calidad de servicio, la numeración, la portabilidad, la seguridad e integridad de la red, la información y la protección del usuario.”<sup>1</sup>

Pese a lo anterior parece que el panorama a nivel mundial deja ver una agresiva incursión de las tecnologías soportadas bajo el modelo IP, lo cual ha sido cómplice de la eliminación de las barreras reguladoras. Por lo tanto el camino que falta por recorrer en este tema es aún incierto, sin embargo las empresas, los proveedores de tecnología, equipos y los mismos operadores de servicios de telecomunicaciones deberán procurar por: Avanzar en la meta de un servicio razonable, con calidad y condiciones de competencia.

Apoyar el despliegue de las redes de Banda Ancha y los servicios que representan el futuro de las telecomunicaciones en la era de la convergencia digital.

Este análisis evalúa argumentos de por qué los reguladores deben adoptar políticas que promuevan o como mínimo que no impidan el papel de las redes IP en el futuro de las telecomunicaciones.

Esta evolución tecnológica implica para los operadores la innovación continua de su oferta de servicios (portafolio de servicios) y redes con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad. La convergencia de servicios, aplicaciones y las mismas redes impulsa esta tendencia, para beneficio del cliente, pues obtiene cada vez más y mejores servicios, a un costo competitivo.

Las NGN son una realidad que permite avanzar hacia la consecución de estos objetivos.

---

<sup>1</sup> <http://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR07/contributions/fra-es.pdf> - Consulta - 7º Simposio Mundial para Organismos Reguladores sobre El camino hacia las redes de la próxima generación: ¿Pueden los reguladores promover la inversión y lograr un acceso abierto?

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Analizar el impacto del Plan Técnico Básico (PTB) de enrutamiento en las redes de nueva generación NGN, enfocados en la detección de aquellos factores que podrían alterar la libre competencia y la calidad de servicio prestada en el sector de las telecomunicaciones a nivel regional y nacional.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✚ Proponer políticas de enrutamiento e interconexión en las redes de nueva generación y su interacción con las tradicionales redes PSTN basados en el PTB de enrutamiento bajo la visión NGN.
  
- ✚ Proponer recomendaciones y/o políticas de enrutamiento, a las empresas operadoras del sector, tendientes a fortalecer sus planes técnicos básicos y de alguna manera repotencializar su infraestructura para prestar un mejor servicio con calidad al usuario final.

### **3. MARCO CONTEXTUAL**

“La NGN nació para facilitar la convergencia y operabilidad de las redes de tráfico digital dentro del mundo de comunicaciones globales, formar parte de la bautizada en 1998 Global Information Infrastructure, GII, (Rec. Y.100 de ITUT). Actualmente, las normas de NGN se reparten en centenares de borradores, especificaciones, propuestas o estándares de ETSI, TISPAN, ATIS, IETF o 3GPP. La Comisión número 13 se formó en 2003, continuando con los trabajos anteriores del NGN Start Group. Pero en el 2004 no avanzaban al ritmo necesario. La presión de las operadoras, proveedores, fabricantes y organismos gubernamentales, para tener cuanto antes unos estándares que les permitiesen acceder al mercado global basado en redes Ip interoperativas, en las cuales estaban invirtiendo millones de dólares, obligó al Director de la Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones (Telecommunication Standardization Bureau, TSB) de ITU, Houlin Zhao, a tomar una decisión sin precedentes. Creó el Grupo Temático de NGN, Focus Group on NGN FGNGN como único ente coordinador para desarrollar la futura normativa sobre NGN. En mayo de 2004”<sup>2</sup>

A pesar de las comisiones formadas por la ITU, los congresos, reuniones y comités implantados. Hoy por hoy no tenemos aún un pronunciamiento definitivo, claro y equitativo en el tema de la regulación o normas que establezcan las reglas para el surgimiento e implementación de las redes de nueva generación, la calidad de servicio, su interconexión con otras redes y en especial el efecto o impacto que tendrá sobre los planes técnicos básicos.

#### **3.1 ENTORNO GLOBAL EN LAS TELECOMUNICACIONES**

Por su relevancia y pertinencia en cuanto al presente proyecto, iniciamos hablando sobre el Simposio Mundial para Organismos Reguladores, realizada por la Unión Internacional de

---

<sup>2</sup> REAL MARTÍN, LUIS FERNANDO. Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones. Reportaje Antena de Telecomunicación / MARZO 2007 Desarrollo y Perspectiva desde ITU-T (International Telecommunications Union) NGN, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

Telecomunicaciones ITU en el 2007 y cuyo tema principal fue “El camino hacia las redes de la próxima generación (NGN): ¿Pueden los reguladores promover la inversión y lograr un acceso abierto?”.

“Las telecomunicaciones están en plena migración hacia las redes de la próxima generación (NGN) basadas en el protocolo Internet (IP), que entrañará el paso de un mundo con "una red y un servicio" a la prestación de muchos servicios por una sola red.

Las NGN pueden ser inalámbricas, de fibra y cable, o modernizaciones de líneas de cobre existentes. Varios operadores de líneas fijas tradicionales han comenzado a instalar redes de la próxima generación, principalmente para ofrecer servicios de televisión además de las llamadas telefónicas y del acceso Internet de banda ancha. Varios analistas del mercado vaticinan que en los países desarrollados la NGN de línea fija estará totalmente instalada en 2012 y la móvil en 2020”.<sup>3</sup>

Este párrafo que acabamos de citar, prácticamente compila de una manera muy precisa la perspectiva que se vislumbra en cuanto a la convergencia se refiere, cuando se menciona “una red y un servicio” a la prestación de muchos servicios por una red. Igualmente cuando se habla de que las NGN de línea fija estarán totalmente instalada en 2012 es claro que se refiere a la instalación para cubrir más mercado y por supuesto al mismo proceso migratorio de las redes tradicionales o de conmutación de circuitos hacia dichas redes de nueva generación.

A manera de introducción en éste mismo simposio se hace énfasis en el modelo normativo que deben acoger los reguladores en el entorno de la convergencia: ex ante o ex post.

Básicamente el planteamiento surge a raíz del modelo regulatorio que hasta el momento se ha asumido en las redes de conmutación de circuitos o las llamadas redes PSTN (Public Switched Telephone Network), donde por sus características propias (red fija, enrutamientos estáticos, estándares muy maduros, compatibilidad de terminales, etc.) Se

---

<sup>3</sup><http://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2007&issue=02&ipage=next-generation&ext=html>

facilita el establecimiento previo de reglas (ex ante) para impedir prácticas o comportamientos anticompetitivos, por parte de los operadores del servicio; cosa que no sucede o no podría darse bajo el enfoque IP o el mismo internet, siendo éste precisamente el núcleo de las redes de próxima generación. A primera vista vemos razones importantes como la proliferación de estándares en pleno desarrollo y que no cumplen con la interoperabilidad tan exigente, los fabricantes producen gran variedad de productos y terminales para aplicaciones muy puntuales con el afán de capturar mercados, cambios constantes en cuanto a tecnología, estructuras y topología; no es el mejor motivante para que los entes reguladores se pronuncien con claridad, presión y/o temor por parte de los fabricantes y operadores porque el desarrollo de tecnología se estanque y no se pueda satisfacer las necesidades del mercado.

**3.1.1 Los Primeros en Adoptar las NGN a Nivel Mundial.** Nos parece oportuno mencionar cuales de las de las empresas importantes a nivel mundial e incluso multinacionales están en pleno proceso de transformación hacia las redes de nueva generación NGN, para así poner en contexto ese fenómeno migratorio y casi obligatorio para aquellos que quieren permanecer con la mismas o mayores participaciones en el mercado de las Telecomunicaciones; con miras hacia el futuro prominente de la convergencia.

Es así como traemos a colación este informe presentado por la ITU en sus noticias sobre “El camino hacia las redes de próxima generación – pioneros”

“En la República de Corea, *Korea Telecom* utiliza el nombre BcN (Broadband convergence Network, red de banda ancha convergente), y espera disponer de una red totalmente basada en el IP en 2012. *Telekom Austria* espera alcanzar el mismo objetivo en 2009. En Canadá, Telus y Bell Canada también han anunciado planes de instalar una NGN, como Sprint y Qwest en Estados Unidos y el italiano Telecom Italia. La empresa japonesa NTT está instalando una NGN y creando servicios de banda ancha ubicuos”<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup><http://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2007&issue=02&ipage=next-generation2&ext=htm>

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

Igualmente en el reino unido BT transfirió en noviembre de 2006 las primeras líneas de abonado a su red NGN, y espera para el 2008 tener cubierto el 100% de su infraestructura con ésta nueva tecnología.

Ahora bien el foro mundial de política en Telecomunicaciones WTPF, cuyas sigla en inglés traducen: “World Telecommunication Policy Forum”, realizado entre el 21 y 24 de abril de 2009 en Lisboa Portugal, enfatizan sobre la convergencia de servicios y redes, gracias precisamente a las nuevas tecnologías NGN. Para ello citamos un párrafo, donde se pone en evidencia la inminente migración de las tradicionales redes telefónicas con conmutación de circuitos, por las nuevas arquitecturas de redes con conmutación de paquetes.

“La convergencia está ya entre nosotros y se encuentra transformando no sólo la naturaleza de los servicios de comunicaciones y la forma en que accedemos a tales servicios y los consumimos, sino también las redes a través de las cuales se prestan tales servicios.

Las tecnologías NGN reemplazan a las redes telefónicas tradicionales con conmutación de circuitos por una nueva arquitectura con paquetes conmutados capaz de entregar una plétora de servicios antiguamente separados y que van de la Internet en banda ancha a la prestación fija, Inalámbrica y móvil de voz y datos, e incluso radiodifusión de televisión, mediante una sola plataforma de gran capacidad y gestión centralizada.”<sup>5</sup>

Ya establecido el panorama mundial y del cual Colombia no se ajeno, hablemos un poco del tema regulatorio en el marco de las redes de próxima generación y las nuevas tecnologías. En éste mismo foro mundial de política en Telecomunicaciones WTPF 2009, se resume ésta realidad que ha servido precisamente de impulsora para la realización del presente proyecto, en el cual básicamente ponen en manifiesto el desafío que tienen los entes reguladores para analizar y/o evaluar la reglamentación de diferentes servicios de telecomunicaciones prestados a través de una red basada en IP, poniendo de manifiesto asuntos tan primordiales desde el punto de vista funcional como la calidad de servicio y el orden de prioridad de tráfico.

---

<sup>5</sup> <http://www.itu.int/wtpf2009> Documento de referencia - Secretario General

Parámetros prácticamente superados y con un alto nivel de madurez en las redes independientes o especializadas para cada servicio, como es el caso de la red telefónica pública conmutada (RTPC), la cual presta un servicio de voz de alta calidad.

**3.1.2 Panorama Actual de las Telecomunicaciones en las Grandes Potencias.** “En Japón, NTT parece estar condenada al desplome de su volumen de negocios ante el meteórico ascenso de la voz sobre IP y las condiciones de apertura de redes. Peor aún, las disposiciones actuales le impiden desarrollar una beneficiosa estrategia como operador integrado fijo celular, algo que sus principales adversarios Soft-Bank y eAccess, armados con sus nuevas licencias de telefonía celular, no tardarán en implementar.

En Europa, el crecimiento del celular ha disimulado al fijo y el impacto de las políticas de competencia. La recuperación de la telefonía fija se considera cada vez más difícil, debido a un porcentaje de uso del celular que se aproxima al 100% y la aparición de los operadores celulares virtuales. El aumento de los anchos de banda de la tecnología 3.5G gracias a la implementación del HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) y la estandarización de las plataformas de servicios IP (IMS) favorecerán la aparición de una oferta mucho más variada, tampoco cabe duda de que la voz sobre IP atacará de forma directa e indirecta los ingresos de la voz sobre celular de aquí a finales de esta década.

Por otro lado, en un contexto deseado de convergencia fijo-celular de banda ancha, a los operadores les costará mantenerse alejados de las cadenas de valor y los planes de negocio de Internet fija y celular.

Con respecto a proyectos de televisión móvil, que suscitan un gran interés entre los consumidores, las soluciones técnicas para disponer de canales de broadcast entrañan un riesgo para las capacidades de los operadores móviles que desean conservar el valor de los nuevos mercados así creados. En estas condiciones, nuestras previsiones relativas a unas perspectivas de crecimiento sustancial de las medias de ingresos por usuario de la telefonía celular siguen siendo cautas.

El fenómeno de la telefonía IP, impulsado por los accesos de banda ancha, inicia su ascenso, como se puede comprobar en el mercado francés tras unos meses de actividad. A esta destrucción de valor se suma la incidencia de una apertura total de redes.

Todo esto ya fue previsto, pero la fórmula se ha vuelto más volátil, sobre todo porque los operadores no han adquirido puntos de crecimiento ganando presencia en los mercados emergentes tal y como hiciera Telefónica en Latinoamérica, y tendrían que acelerar dos orientaciones parcialmente solapadas en términos de inversión e innovación:

- ✚ Devolver el valor a sus redes de acceso fijo y celular, al tiempo que imprimen un buen ritmo de transición al núcleo de red asociado, e imponerse como jefes de pista en el circo de los servicios y las aplicaciones que esperan obtener los usuarios de Internet. Esta última estrategia se aprecia con claridad en la importancia que se le concede a nivel de marketing, pero también en las funciones de las boxes que los operadores instalan en los domicilios de sus abonados de banda ancha para guiarles a través de la interoperabilidad de sus equipos digitales. “<sup>6</sup>
  
- ✚ América Latina continúa siendo influenciada por Europa en el sector de las Telecomunicaciones, sin duda porque la mayoría de estándares acogidos por las empresas operadoras en nuestra región provienen efectivamente de dicho continente. Por otra parte ya estamos presenciando como la voz sobre IP ataca en forma directa e indirecta los ingresos de la voz sobre celular.

### **3.1.3 Tendencias en Telecomunicaciones a Nivel Mundial.**

**Tecnologías de Acceso y Transporte:** Los actuales despliegues de acceso de fibra en Japón y Estados Unidos ofrecen a los abonados acceso de banda ancha a precios de dos a tres veces los precios de los servicios DSL, dependiendo de la velocidad y del mercado.

---

<sup>6</sup> DIGIWORLD América Latina 2007, colección Fundación Telefónica. pg 36 De aquí podemos extraer varias reflexiones:

Junto a la solución definitiva del FTTH (fibra a la vivienda) a veces también llamada FTTP (Fiber to the Premises) o FTTU (Fiber to the User) existe un considerable potencial para despliegues tempranos de acceso de banda ancha económicos usando soluciones híbridas que combinen fibra para la sección de alimentación (FTTN, Fiber to the Node, un nodo activo en el barrio) y cobre para las últimas decenas de metros (VDSL; línea de abonado digital de muy alta velocidad). Esta es quizá una de las mejores alternativas para llevar los servicios empaquetados de Telecomunicaciones que ya están siendo integrados en la plataforma NGN, hasta las instancias del usuario final, garantizando canales mucho más amplios, cubrimiento en distancias (del orden de los km) que hasta hace pocos años era casi imposible llegar y ni que decir de las mejoras en la calidad de servicio.

**Tendencia de las Redes NGN en el Panorama Mundial:** Tomando como referencia un documento de estudio de la CRC “Regulación de Redes en convergencia” y en especial lo referente a la evolución hacia las NGN en el campo internacional. Nombramos los hechos más relevantes: En el año 2006, British Telecom BT y Korea Telecom iniciaron la migración de su red a NGN, Korea Telecom espera tener un cubrimiento con FTTH (Fiber To The Home) También conocida como fibra hasta el hogar, del 92% para el año 2010, para el año 2011 BT habrá reemplazado la totalidad de su red conmutada por una red NGN.

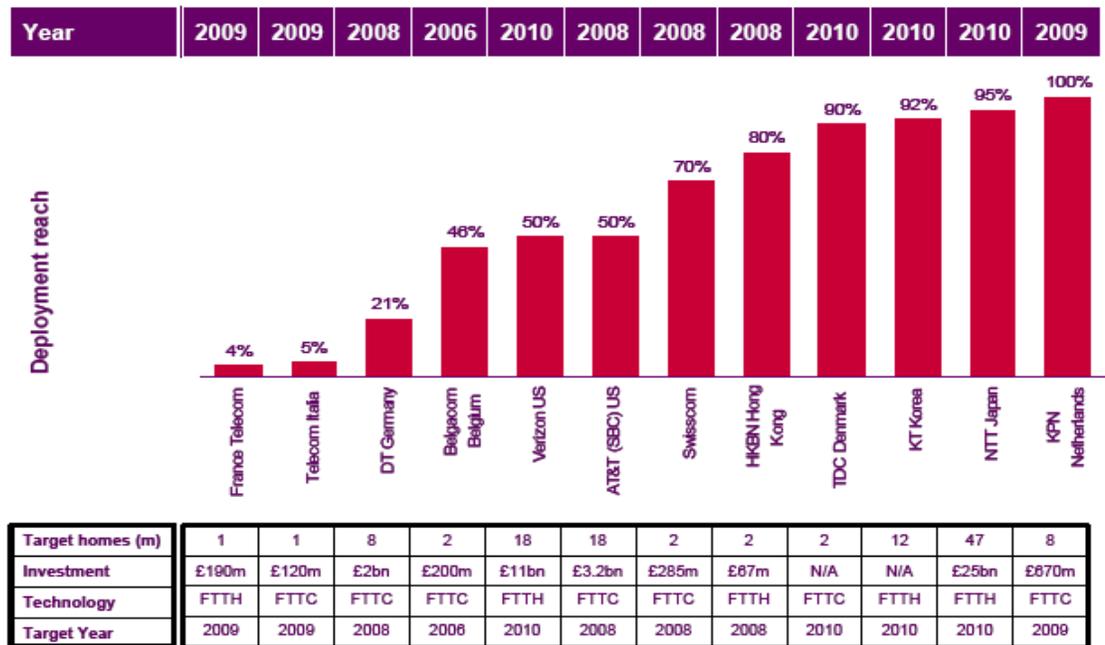
- ✚ En Estados Unidos, AT&T ha implementado FTTC como una red que se solapa sobre la existente en la mayoría de áreas donde tiene cobertura, Sprint y Qwest también han iniciado la migración a NGN, Verizon planea llegar con FTTH a más de 18 millones de hogares en el 2010.
  
- ✚ En la actualidad la empresa japonesa NTT está instalando una NGN y creando servicios de banda ancha ubicuos. Telekom Austria espera disponer de una red totalmente basada en el IP 2009.
  
- ✚ En Canadá, en el 2007 Telus y Bell Canada también anunciaron planes de instalar una NGN.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

- ✚ Deutsche Telekom planea implementar FTTC en las 50 ciudades alemanas más grandes para el 2009.
- ✚ En Francia, Lliad y Neuf Cegetel anunciaron en el 2007 despliegue de redes FTTP (fibre-to-the-premises) para cubrir 5 millones de hogares.

En cuanto a las redes de operadores de cable, tanto en Estados Unidos como en Europa, se están probando mejoras de las redes que permitan ofrecer servicios a 100 Mbps basados en nuevos desarrollos del estándar DOCSIS ((Data Over Cable Service Interface Specification, "Especificación de Interfaz para Servicios de Datos sobre Cable").<sup>7</sup>

**FIGURA 1. Planes de Despliegue de Accesos NGN de los Incumbentes.**



Fuente: OFCOM; NGNA Consultation December 2007 COMISION DE REGULACION DE

<sup>7</sup> COMISION DE REGULACION DE TELECOMUNICACIONES - REPUBLICA DE COLOMBIA, Documento de estudio, Regulación de Redes en convergencia, Fecha actualización: 07/07/08, Página 13 de 53, Coordinación de Regulación.

Como podemos observar en la figura 1 el despliegue de las tecnologías de acceso, en especial la fibra óptica, está preparando el camino para que siga la incursión de las redes de nueva generación. Igualmente se observa que dicho despliegue viene desde el 2006 y la tendencia sigue y seguirá siendo creciente por lo menos en los países en desarrollo y en vía de desarrollo a nivel mundial. Por tanto existen muy buenas probabilidades que cualquier estudio o proyecto a su alrededor tengan los insumos y la materia prima suficiente para llevarse a cabo.

¿Pero cuál será el papel de los PTB (Planes Técnicos Básicos) en las redes basadas en protocolos de Voz sobre IP?, pregunta que pretendemos ir resolviendo a medida que avanzamos en el proyecto

**3.1.4 La Crisis Económica Mundial y las TICs (Tecnologías de la información y las Comunicaciones).** No podemos pasar por alto éste fenómeno que afecta todos los sectores económicos y que por supuesto también impacta las tecnologías de la información y las comunicaciones. Para resaltar en este aspecto es interesante mencionar el crecimiento que han tenido las TICs y donde se refleja un decremento importante, tal como se menciona en el informe de DigiWorld 2009 España, que ha presentado ENTER, Centro para el Análisis de la Sociedad de la Información y las Telecomunicaciones de IE Business School, en colaboración con IDATE. “Los sectores económicos mundiales basados en las tecnologías de la información y las comunicaciones crecieron en 2008 un 4,8% con respecto al año anterior, alcanzando los 2,74 billones de euros, lo que representa casi el 7% del PIB mundial. Tras varios años creciendo a un ritmo del 6% o superior, esta ralentización está relacionada con la madurez de las nuevas tecnologías en los países desarrollados y agravada por la coyuntura económica.”<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Informe DigiWorld 2009 España de ENTER-IDATE

Es interesante resaltar que los servicios móviles suponen más de la mitad de este mercado y garantizan por sí solos todo el crecimiento del sector. Mientras que la telefonía fija continúa con el retroceso que inició en el año 2002 y su cuota en el mercado mundial de servicios de telecomunicaciones ha pasado del 48% en 2001 al 27% en 2008.

Por otra parte tomando como referencia algunas de las conclusiones de la segunda edición del informe de la UIT sobre el papel de las TIC en la crisis financiera mundial (Apertura de la ITU Telecom World 2009). Realizado en Génova entre el 5 y 9 de octubre.

Para resaltar podemos mencionar como primera medida que La crisis financiera mundial no ha podido hacer mella importante en la demanda de servicios TIC, en especial en lo que se refiere a los sectores de móviles y por satélite demostrando una notable resistencia, y la demanda de conexiones de alta velocidad fija y móvil permanente para impulsar el crecimiento de las suscripciones de banda ancha en los principales mercados de todo el mundo, incluidos Brasil, China y los EE.UU.

“La crisis financiera ha producido un cambio trascendental, obligando a los mercados industrializados a la recesión y la consiguiente disminución en las tasas de crecimiento económico en los mercados emergentes. En el ámbito de las TIC, los operadores se enfrentan a mayores retos en el acceso al capital y la financiación de sus inversiones en la red, disminuyendo los planes para desplegar las redes de próxima generación.”<sup>9</sup>

Finalmente el mismo secretario general de la ITU Doctor Hamadoun Touré concluyó diciendo que “las tecnologías de próxima generación trae consigo enormes ventajas a las naciones y las decisiones políticas adecuadas deben tomarse ahora, para que podamos cosechar los beneficios de mañana.”

Haciendo una pequeña reflexión sobre el asunto, vemos como a pesar que la crisis económica mundial, no ha tocado de manera considerable la demanda de los servicios de

---

<sup>9</sup> Informe de la ITU confrontando la crisis - Los planes de estímulo de las TIC para el crecimiento económico. Segunda Edición. Genova 5 de octubre de 2009.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

telecomunicaciones y por ende el mismo crecimiento del sector. Si podemos observar como el promover la adquisición de las redes de nueva generación NGN no solo pretende brindarle al usuario final paquetes de servicios (multiservicios) a través de una sola infraestructura de red, sino que para los mismos proveedores de servicios se convierte en la mejor de las opciones en cuanto a inversión se refiere, es decir, el costo beneficio tan favorable comparado con las redes tradicionales.

Pero cuando hablamos de los múltiples servicios a través de una red, es conveniente considerar la inversión que se debe hacer para la masificación de los dispositivos terminales (móviles y fijos) y más allá del gasto que representa para los operadores la adquisición de ésta base tecnológica, en este momento el panorama no es muy claro en cuanto a la regulación de las NGN, la gran diversidad de dispositivos, protocolos de comunicación y la misma interacción con las redes tradicionales que por obvias razones permanecerán con vida durante todo el proceso de migración que puede tardar algunos años más.

Bueno independientemente de la actual crisis a nivel mundial y en términos generales, el mercado de los servicios de telecomunicaciones en las economías desarrolladas pierde fuerza a causa de la caída de los ingresos de la telefonía fija y de la relativa saturación del mercado de la telefonía celular. En Estados Unidos, donde el declive de la telefonía fija ha sido más precoz, el retraso relativo del celular ha permitido a los grandes operadores integrados obtener unos resultados de crecimiento bastante moderados, el desmoronamiento de las normativas de apertura de redes y el duopolio efectivo junto con el cable de cobre, podrían aliarse con los esfuerzos para volver a provocar un leve crecimiento de la telefonía fija. Sin embargo no se puede desconocer que el gran esfuerzo que están haciendo las empresas locales por aumentar sus portafolios de servicios, sacando el máximo provecho de servicios de valor agregado, entrando con fuerza en el negocio de la banda ancha, la TV. Es bueno recordar que el negocio de éstas empresa se soportaba principalmente en la telefonía fija.

### **3.2 PANORAMA REGIONAL (LATINOAMERICA) DE LAS TIC**

Y siguiendo con el tema regulatorio vale la pena resaltar que el 26 de junio de 2009 el periódico La Jornada (México DF, México), destacó en unos de sus titulares de la sección económica “Promover más competencia en las Telecomunicaciones, plantea la UIT”. Fue el mismo secretario de la UIT Hamadoun Touré quien manifestó “es necesario que en México se promueva mayor competencia en el mercado de las telecomunicaciones a través de un marco regulatorio claro y transparente; ésa debe ser la contribución del gobierno porque, a diferencia de otros sectores, éste no requiere apoyos financieros oficiales”.<sup>10</sup>

Y es que en pleno siglo XXI no podemos seguir hablando de monopolios. Anteriormente estatales y cerrados y hoy en día privados, pero de alguna manera con la mirada complaciente del mismo gobierno. Es quizá este el mensaje que quiso transmitir Touré cuando recomienda establecer un marco regulatorio claro y transparente a favor por supuesto del usuario y de alguna manera promover el desarrollo tecnológico que brindan los ambientes de competencia, tal como sucede en los demás países de la región, donde la competencia entre operadores de red obliga a diferenciar sus ofertas proporcionando más y mejores servicios a sus clientes, que a su vez requieren las últimas tecnologías. El suministro de servicios triple-play (datos, voz y vídeo) a precios competitivos es esencial en este entorno de mercado.

#### **3.2.1 Telefonía Fija en América Latina**

En el informe sectorial de Telecomunicaciones N°13, presentado por la CRC. Se muestran las cifras de la Telefonía Fija en América Latina.

“Con el fin de realizar un análisis de la situación de la telefonía fija en América Latina, se ha tenido en cuenta países que guardan cierta similitud con Colombia, los cuales, para efectos de la presente muestra poseen 9618 millones de líneas en servicio de telefonía fija.

---

<sup>10</sup><http://www.jornada.unam.mx/2009/06/26/index.php?section=economia&article=031n2eco>

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

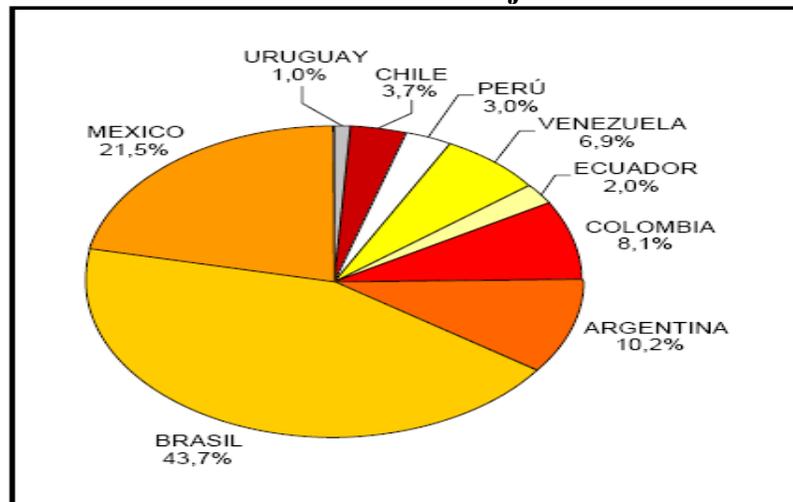
---

De esta manera, Brasil se encuentra en el primer lugar con el 43,7% de las líneas, seguido por México con el 21,5% y Argentina con el 10,2%. Por su parte, Colombia se ubica en el cuarto lugar con 8,1%. De la información recopilada para los países seleccionados, se observa una teledensidad promedio para los países objeto de estudio de 20,3 líneas por cada 100 habitantes.”<sup>11</sup>

Pero en general el panorama regional presenta en la actualidad dos características comunes como son: La gradual caída de la telefonía fija y el aumento de sustitutos como lo son la telefonía celular y recientemente la telefonía IP de la cual se tiene gran expectativa de crecimiento y el segundo aspecto tiene que ver con la llegada agresiva de multinacionales, empresas de Telecomunicaciones que están capturando el mercado a costa de lo que sea, incluso trabajando a pérdida para lograr su objetivo y que tienen como infraestructura principal las redes NGN para soportar los diferentes servicios.

Es así como se genera un gran reto para los países y en especial, para los organismos de control y vigilancia: Mantener las condiciones y reglas de igualdad, interoperabilidad y por supuesto la reevaluación de los Planes Técnicos Básicos (PTB) para mantener el orden en el sector.

**FIGURA 2. Distribución de Líneas Fijas en América Latina**



Fuente: Reguladores y Topcomm

---

<sup>11</sup> Informe sectorial de telecomunicaciones No 13, Comisión de Regulación de Comunicaciones

### 3.3 ENTORNO NACIONAL

**3.3.1 Reseña Histórica: Liberación, Regulación y Competencia en Colombia.** A diferencia del resto de países de América Latina, en donde los procesos de apertura de las telecomunicaciones han seguido una secuencia en donde primero se privatiza la empresa estatal monopólica y luego se abre el sector a la competencia, en Colombia, debido a las resistencias de las empresas incumbentes, primero se abrieron los sectores a la competencia (mediante el esquema de concesiones) y posteriormente se empezaron a producir unos pocos procesos de privatización. La secuencia seguida por Colombia no sólo ha resultado en una gran dinámica de la inversión privada, sino que también ha inducido a las empresas del sector a aumentar en forma fuerte sus inversiones (caso UNE, Telecom, ETB, entre otras), para lograr preservar parte de los mercados amenazados por la competencia privada. La liberalización se realizó de manera desordenada a comienzos de los 90's, con una normatividad diferente para cada servicio y mediante la adopción de un esquema regulatorio institucionalmente disperso, que riñe con la convergencia tecnológica de los servicios y redes.

Además, el diseño de los procesos de concesión no siempre incorporó de forma adecuada los objetivos de maximización del bienestar. En algunos casos jugó un papel demasiado importante el afán de maximización de los ingresos del gobierno, en comparación con los objetivos de reducción de tarifas y aumento de coberturas, que producen mayores efectos sobre el bienestar de la población. Como resultado de ello el gobierno comenzó a percibir ingresos importantes por concepto de los derechos de concesión de algunos servicios, a los que se añaden los correspondientes a la contraprestación que cobra periódicamente el Ministerio de Comunicaciones a los concesionarios con destino al Fondo de Comunicaciones (que en la mayoría de los servicios es del 5% de sus ingresos brutos). Una consecuencia negativa de este diseño, en el que la maximización de los ingresos del gobierno ocupa un lugar prioritario, es que produce tarifas altas por la prestación del servicio. Los pagos de los derechos mencionados representaron un costo importante para los operadores, que presionaron al alza en las tarifas.

Si bien una parte importante de los recursos que percibe el gobierno se destina al desarrollo de la telefonía social (responsabilidad social) y los contratos de concesión establecen además unos requisitos exigentes de cobertura de los servicios, no es claro que el diseño adoptado sea superior, desde el punto de vista del bienestar, a uno que priorice el objetivo de reducción de tarifas. Otro efecto negativo, que pudo evitarse, de los procesos de concesión fue el de ampliar el control de los servicios de los medios de comunicación por unos pocos grupos económicos, que participaron en las concesiones en alianza con algunos importantes operadores internacionales y proveedores de equipos.

El proceso de apertura económica que se inició en el país en 1989, demandaba, para su desarrollo exitoso, nuevos y mejores servicios de telecomunicaciones. La internacionalización de las economías elevó la importancia de las telecomunicaciones en la competitividad de las empresas, importancia que superó ampliamente la visión tradicional sobre el sector, ligada casi exclusivamente a la noción de servicio público.

Las telecomunicaciones colombianas eran antes de la apertura económica un sector de baja penetración, atrasado tecnológicamente, con baja calidad del servicio, deficiencias en la gestión y con demandas represadas, particularmente en las ciudades capitales más importantes. Esta situación era consecuencia de las características monopolísticas de la provisión del servicio.”<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> El desarrollo de la infraestructura en Colombia en la década de los noventa, pag. 15  
<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/4729/lc11348.pdf>

**FIGURA 3. Evolución en las telecomunicaciones en América Latina.**

Fase	Monopolio estatal	Transición a la competencia	Competencia abierta
Duración	Hasta los años noventa	Años noventa	A partir de finales de los noventa
Operador principal	Monopolio en manos del Estado	Monopolio privado en telefonía básica	Competencia en telefonía básica
Objetivo de la política pública	Mantener el monopolio y aumentar la oferta	Vender la telefónica y permitir la competencia	Promover la competencia
Nivel de competencia	Inexistente	Competencia parcial en telefonía móvil y otros servicios	Competencia amplia en todos los servicios
Regulación	Autorregulación de la empresa telefónica	Creación de entes reguladores semi-independientes	Consolidación de entes reguladores

Fuente: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/4729/lc11348.pdf>

De esta reseña histórica rescatamos quizá la parte con mayor impacto en nuestro objeto de estudio y se trata de “La liberalización se realizó de manera desordenada a comienzos de los 90's, con una normatividad diferente para cada servicio y mediante la adopción de un esquema regulatorio institucionalmente disperso, que riñe con la convergencia tecnológica de los servicios y redes.”

La convergencia tecnológica de servicios y redes ya se está dando, por ejemplo vemos como a través de las redes HFC se proveen los servicios de TV, internet banda ancha y Telefonía IP. Gracias precisamente a las bondades de las NGN en su capa de core o transporte que permite la interconexión de redes en el entorno IP. Bajo éste panorama actual, la pregunta entonces que nos hacemos es: ¿Cuál debería ser el nuevo contexto regulatorio que permita la interacción de las redes de nueva generación con las tradicionales RTPBC?, y en especial ¿Cuál será el impacto de este enfoque en el plan

técnico básico de enrutamiento?. Esto es lo que analizaremos en detalle en el modelo teórico con el fin de proponer las recomendaciones a seguir por parte de los operadores de servicios de telecomunicaciones, con el fin de mantener el orden y permitir un crecimiento adecuado, que sirva incluso de insumo para la planeación a corto y mediano plazo.

**3.3.2 Situación Actual de la Telefonía Fija en Colombia.** “Las cifras reportadas por los operadores a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios muestran que Colombia poseía, a junio de 2009, 7.730.634 líneas telefónicas en servicio, lo que representa un decrecimiento del 2,5% frente a diciembre de 2008, valor que en términos efectivos equivale a una disminución de 198.310 líneas. En esta misma línea, al comparar la evolución de las líneas en servicio con la población nacional de los últimos años, se observa que la tele densidad nacional continúa oscilando entre el 17% y el 18%. Es así como, entre diciembre de 2008 y junio de 2009, se registró un decrecimiento de 0,65 puntos porcentuales en dicha medida, en relación con la distribución geográfica.

Bogotá posee el 32,9% de las líneas fijas en servicio, seguido por Medellín con el 10,7% y Cali con el 8,5%. Es importante destacar el crecimiento mostrado, entre diciembre de 2008 y junio de 2009, en municipios como Yumbo, Floridablanca, Soledad y Bello, así como en ciudades capitales como Cartagena y Santa Marta. Por otra parte, tres de las cuatro principales ciudades mostraron decrecimiento entre diciembre de 2008 y junio de 2009.

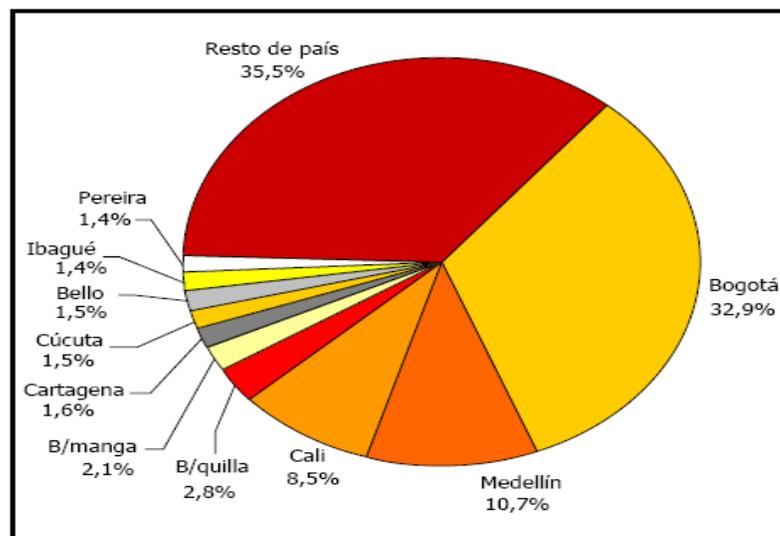
El tráfico entre llamadas telefónicas fijas descendió en todos los estratos económicos de población. Esta disminución es particularmente notable en las llamadas de larga distancia, con tasas decrecientes superiores a las de años anteriores y que se estiman en cerca de un 27%. El principal motivo de esta bajada es la sustitución del consumo de telefonía fija por telefonía celular (el tráfico de voz móvil se ha multiplicado por 9 entre 2001 y 2008), tal como ocurre en otros países, aunque en el caso de Colombia las tasas son muy superiores a las de Estados Unidos o España, donde el tráfico se redujo aproximadamente en un 10%.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

Con respecto al consumo de telefonía fija en el país, ésta disminuyó en promedio para los estratos 1, 2 y 3, mientras que a la vez se incrementó para los estratos 4, 5, 6 y no residencial. Se aprecia que el consumo promedio de una línea en los estratos 1 y 2 se ha ajustado al Consumo Básico de Subsistencia (200 minutos), resultado del nuevo plan de regulación que comenzó a regir a partir de enero de 2007, donde se implementó la tarificación detallada o por minutos para los operadores locales, obligando a cada usuario acogerse dentro uno de los planes propuestos por el operador, sin duda lo que buscó la CRT fue un mejor control de consumo en favor del consumidor.<sup>13</sup>

**FIGURA 4. Distribución de Líneas en Servicio por Municipio – Junio 2009**



Fuente: SUI (Sistema Único de Información) - CRC

El objetivo que buscó la CRT en su momento fue bastante positivo, sin embargo, faltó mayor claridad o información de cara al usuario en cuanto al control de consumo, pues cada usuario tomaba el plan de minutos que mejor se ajustaba, de acuerdo al histórico de consumo que le presentaba la empresa proveedora del servicio, sin tener en cuenta que al momento de sobrepasar dicho valor límite, el servicio no se suspendía y cada minuto adicional tenía mayor valor. Esto generó reclamaciones masivas y reconfiguración de planes que tardaron casi un año en estabilizarse.

<sup>13</sup> Informe Sectorial de Telecomunicaciones, Bogotá DC Septiembre 2009 N° 13, Comisión de Regulación de Comunicaciones, República de Colombia. Pág. 6

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

**Tabla 1. Municipios con mayor crecimiento de líneas en servicio Dic. 2008 – Jun 2009**

<b>Municipio</b>	<b>Líneas en servicio Dic. 2008</b>	<b>Líneas en servicio Jun. 2009</b>	<b>Variación %</b>
Yumbo	22.350	25.072	12,2%
Manizales	103.672	110.524	6,6%
Floridablanca	63.415	67.165	5,9%
Soledad	42.405	43.709	3,1%
Bello	109.346	112.673	3,0%
Piedecuesta	21.000	21.631	3,0%
Cali	640.894	657.699	2,6%

Fuente: SUI (Sistema Único de Información)

Con respecto a la tabla 1. Existen otros factores a considerar, por ejemplo: En dicha información tenemos municipios no cabeceras de departamentos, donde muy posiblemente el despliegue e infraestructura hayan tenido tropiezos, de índole política, geográfica, etc. o simplemente los operadores dominantes no hayan tenido motivaciones financieras para penetrar allí. Posiblemente el factor comenzó a cambiar a favor del desarrollo de las telecomunicaciones.

Por su parte en los municipios capitales de departamentos, se podría revisar aspectos como la llegada de competidores al mercado, las estrategias de los operadores locales o si sus plataformas tecnológicas han permitido armar paquetes x-play, lo que puede generar un incremento de líneas empaquetadas.

"En Colombia se tiene un rango de consumo promedio de 198 minutos aproximadamente para el estrato 1 y 619 minutos aproximadamente para la línea del estrato 6. Así mismo, durante el primer semestre de 2009, se observa un crecimiento en el tráfico total residencial cursado a través de las redes de telefonía fija. Durante el primer trimestre del año se cursaron 1.860 millones de minutos, mientras que en el segundo trimestre se transmitieron 2.162 millones de minutos, equivalente a un crecimiento del 16%. Esta situación se corrobora al analizar el crecimiento de este tráfico por estratos, de manera que entre el

primer y el segundo trimestre, el tráfico de los estratos 1, 2 y 3 creció en un 14% mientras que para los estratos 4, 5, 6 y no residencial aumentó en un 20%. Es necesario precisar que el aumento en el tráfico se entiende, entre otros aspectos, por la entrada en vigencia del nuevo marco tarifario para el servicio de TPBCL (Telefonía Pública Básica Conmutada Local), que permitió la inclusión de planes con minutos incluidos o tiempo ilimitado. Por su parte, la factura promedio residencial se mantuvo estable durante el segundo semestre del año 2008. Sin embargo, durante el segundo semestre del año 2009 se presentó un aumento significativo en los estratos 4, 5 y 6 y leve en los estratos 1, 2 y 3."<sup>14</sup>

De acuerdo al párrafo anterior queremos resaltar que el crecimiento de tráfico para los estratos medio altos es bastante significativo y con tendencia ascendente. Dicho argumento nos hace suponer que la penetración de las NGN será de igual manera proporcional, considerando que la demanda de los nuevos servicios multimedia o servicios convergentes, pueden tener mejor acogida en estos estratos socio-económicos y donde se tiene una concentración marcada en los servicios de banda ancha (servicios empaquetados). Otro factor importante que podría predecir la penetración de éstas nuevas tecnologías a este nivel, es sin duda el tema de mercado, es decir, para las empresas operadoras es mucho más atractivo estos niveles por representar ingresos más altos y seguros. Es decir, no solo se trata del proceso de migración de las redes TPBCL hacia NGN, sino también de la explotación de nuevos servicios y la integración de todos ellos en una misma plataforma.

**3.3.3 Tendencias en Telecomunicaciones en el Entorno Nacional.** “En general, el sector de las telecomunicaciones se encuentra en un constante cambio y adaptación a las tecnologías y desarrollos, situación en la cual gradualmente los operadores renuevan y expanden sus redes para ofrecer mayores velocidades de acceso y nuevos servicios. Como se viene presentando en el país desde hace algún tiempo, continúa la tendencia clara del sector hacia los servicios convergentes y hacia las Redes NGN.

---

<sup>14</sup> Informe Sectorial de Telecomunicaciones, Bogotá DC Septiembre 2009 N° 13, Comisión de Regulación de Comunicaciones, República de Colombia. Pág. 7

Las ofertas empaquetadas doble play y triple play son cada vez más populares ofreciendo vídeo, voz y datos sobre una misma plataforma.

Se espera que en el corto plazo en el sector se dé inicio a la oferta del denominado cuádruple play, integrando a la oferta de servicios empaquetados antes descrita la movilidad mediante la utilización de sistemas inalámbricos. En cuanto a telefonía local, el país muestra una tendencia constante en el número de líneas, mientras los ingresos y tráfico han aumentado debido a que los operadores están ampliando su cobertura y ofreciendo servicios convergentes. De la misma forma, los operadores de telefonía móvil han extendido sus redes, cambiando el modelo de negocio al ofrecer planes que se ajustan a los consumidores y brindando más y mejores servicios en un sector en donde ya se comienza a visualizar la saturación en la venta de nuevas líneas.<sup>15</sup>

La tendencia tecnológica sin duda marca una clara inclinación de los fabricantes y proveedores de tecnología hacia las redes y telefonía móvil, por supuesto la rentabilidad para las empresas es el principal factor y quizá las razones son obvias, no se puede desconocer la cantidad de atractivos multimedia, entretenimiento y otros servicios de valor agregado que brinda la tecnología empleada (GSM 2.5 y 3 generación).

En cuanto a la tecnología de TV. vemos a los operadores preocupados por la TV digital y haciendo todos sus esfuerzos por adquirir la plataforma y todo lo necesario para ello, igualmente hay una competencia marcada entre las multinacionales que están capturando gran parte del mercado con la implementación de una infraestructura de última tecnología y sobre todo con precios llamativos al usuario, mientras tanto las empresas locales y/o regionales tratando de mantenerse con una infraestructura no tan nueva, pero a la cual le están sacando todo su potencial e inclusive sirviendo de pasarela o carrier para otras empresas o grandes clientes.

---

<sup>15</sup> **TENDENCIAS** y perspectivas del sector pg 3 Informe Sectorial de Telecomunicaciones, Bogotá D.C., Agosto 2007 Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

Finalmente en cuanto a la Telefonía fija, la curva de crecimiento se mantiene sin mucha variación, quizá gracias a la cantidad de ofertas empaquetadas que promueven los operadores, como resultado inherente al proceso de convergencia en las redes (medio) que estamos presenciando.

La convergencia es inevitable y además vuelve obsoletos los modelos existentes de la industria de telecomunicaciones, que suponían que las telecomunicaciones son un servicio público provisto mediante una red que es un monopolio natural. Ahora es posible la competencia tanto entre segmentos de la infraestructura de provisión, (core) como dentro de los mismos segmentos de acceso (Media Gate Ways MGW o pasarelas). En otras palabras, la desagregación que produjo la nueva era de NGN ha permitido segmentar en capas no sólo el servicio, sino también la identificación de nuevos servicios (especialización de funciones), por otra parte facilitando la comercialización, explotación e incluso las mismas funciones de operación y mantenimiento (gestión del servicio). Dicha convergencia de las redes telefónicas, las redes de datos y las de TV es una de las tendencias tecnológicas más importantes de esta década. Trayendo consigo notables mejoras y ahorros en las redes de comunicaciones, tanto para los usuarios finales (ofertas empaquetadas a menor costo), como para las empresas operadoras.

Para citar casos reales. Desde el punto de vista corporativo, hasta hace pocos años, la mayoría de las empresas poseía una PBX o conmutador (plantas telefónicas) de tecnología propietaria (diversidad de fabricantes) para la red telefónica y una red LAN (Local Area Network) completamente separada para el transporte de datos. En los últimos tiempos se han ido haciendo cada vez más populares los sistemas CTI (integración telefónica computacional) que relacionan las redes de voz y de datos, pero en un contexto limitado, sin llegar a utilizar un formato de transporte común.

La tendencia actual está demostrando que dicha brecha cada vez es menor con la llegada de nuevos productos. A nivel corporativo por ejemplo las grandes y medianas empresas, están adquiriendo como soporte de sus operaciones comerciales, servicios de

telecomunicaciones de VoIP, tales como Conmutadores IP (Centrex), Troncales IP o SIP (Sesión Inicial Protocol), que no son más que canales de alto ancho de banda (del orden de los Gigas). Y en general un serie de soluciones especiales para cada cliente que incluyen desde el acceso en fibra óptica, hasta aplicaciones IP en internet para el servicio de voz como el Softphone.

Para reforzar un poco más sobre el futuro de la Telefonía IP, citamos un artículo que entregó COLVATEL recientemente. “La transmisión de voz mediante Internet o el protocolo IP viene creciendo, al punto que hoy en día se dice que esta tecnología está canibalizando los servicios telefónicos de larga distancia tradicional.

Lo cierto, es que la convergencia (integración de voz y datos en una misma red) surgió como una solución real para reducir costos y generar aumentos en productividad. Precisamente, ahí es donde el modelo de telefonía IP se convierte en una propuesta de mayor valor para el mercado corporativo que para el residencial. Así es como una empresa puede tener ahorros operacionales y logísticos, integrando la plataforma de comunicación de las corporaciones y logrando un mejor desempeño en todos los departamentos de la organización.”<sup>16</sup>

Aquí tenemos otro modelo de red adicional, donde surge el mismo cuestionamiento sobre el marco regulatorio que deben asumir los operadores para la liberación de todo éstos nuevos servicios y sobre todo como será la mejor manera de conectividad e inter-operabilidad, es decir, ¿Cuales serian los criterios para enrutar por ejemplo una llamada IP realizada desde un

Softphone, un conmutador IP o una troncal SIP, hacia una línea POTS de la RTPBC?, de tal forma que garanticen algún nivel aceptable en cuanto a la calidad de servicio se refiere. Estos interrogantes son los que queremos atacar de manera directa con el presente proyecto, en el desarrollo del modelo teórico. Es claro entonces que el crecimiento y la difusión de

---

<sup>16</sup><http://www.colvatec.com/Index/tabid/57/language/enUS/info3/tabid/62/language/en-US/Default.aspx>

las redes IP, tanto a nivel LAN como a nivel WAN (Wide Area Network) es otro de los impulsores tecnológicos que están permitiendo la integración de las redes de voz y de datos. En la siguiente década, la conectividad IP alcanzará un grado de penetración similar al enchufe de electricidad en el hogar y las empresas. Esta infraestructura y enfoque de las redes IP (sobre todo internet), hacen desaparecer los límites físicos asociados a las funcionalidades telefónicas tradicionales. Hoy en día es posible acceder simultáneamente a todos los servicios tradicionales y a la capacidad de responder llamadas desde cualquier lugar del mundo, sin que la parte originadora dependa de su posición geográfica. Esto permite ofrecer un servicio flexible para viajeros frecuentes por ejemplo. Sumado a lo anterior y para beneficio del usuario final, se resalta el ahorro por llamadas larga distancia al ser éstas cursadas sobre infraestructura de red IP o a través de Internet, pero no se puede suponer que si se desea obtener una calidad comparable a la que la red tradicional PSTN, es decir, la tendencia a la reducción del precio del ancho de banda, así como la integración de servicios reducirán los costos de conexión y esto se reflejará en los costos al usuario, pero el aseguramiento de calidades de servicio tendrá otro costo para el operador, mientras asegura sus redes y toda su nueva infraestructura en pro de ofrecer la calidad exigida por las nuevas aplicaciones.

**3.3.4 Convergencia de los servicios de voz fijo-celular.** ¿Será algún día posible utilizar un mismo terminal para hacer llamadas en red fija y celular? frente a la sustitución de la telefonía fija por la celular, los operadores intentan encontrar nuevas soluciones técnicas. Podría asignarse nuevos números interpersonales a los operadores que ofrezcan un servicio telefónico para el consumidor. Ello facilitaría la aplicación de soluciones de convergencia fijo-celular. Por ejemplo, mediante un único número. Ya existe en el mercado una plataforma que permite el desarrollo e implementación técnica de esta integración, se conoce como IMS (IP Multimedia Subsystem). IMS ofrece la mejor tecnología disponible para la convergencia de redes de núcleo fijas y móviles sobre IP. Cada vez más operadores de redes llegan a la conclusión de que IMS es la arquitectura ideal para la prestación optimizada de servicios tradicionales de voz y también de nuevos servicios multimedia.

**3.3.5 Experiencia nacional en NGN.** “En el caso colombiano, las tecnologías de acceso predominantes son xDSL (Línea Digital del Suscriptor) y cable HFC (Híbrido de Fibra y Coaxial), la integración de servicios continúa en desarrollo. La inversión en infraestructura por parte de los operadores establecidos se ha venido dando de manera progresiva tendiente a lograr la consolidación de una red multiservicio, con amplia capacidad, calidad garantizada y mayores eficiencias respecto de las redes tradicionales.

La mayor eficiencia en costos que se espera de las NGN se debe a la reducción del número de nodos de conmutación y la posibilidad de provisión de múltiples servicios sobre una base común de infraestructura. Las redes de NGN permitirán explotar, en una mayor medida, las economías de alcance y de escala mediante la provisión de más servicios sobre menos infraestructura, lo que puede incrementar el volumen de mercado que puede abastecer una red en particular.

Los principales aspectos a resaltar en la evolución de redes en Colombia son:

- ✚ Las redes de TPBC (Telefonía Pública Básica Conmutada) del país aún tienen en su mayoría componentes de telefonía tradicional.
  
- ✚ Telefonía y valor agregado encaminadas a realizar la migración tecnológica requerida para el manejo de una arquitectura NGN, por ejemplo a nivel de interconexión de redes TPBC las centrales tradicionales están siendo reemplazadas por centrales multiservicio (softswitch).
  
- ✚ Las redes de los operadores telefónicos continúan en su migración a redes multiservicio (con predominancia de tecnología IP MPLS) para el suministro de servicios empaquetados que involucran telefonía, Internet de Banda Ancha y servicios de valor agregado IPTV.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

- ✚ Hay grandes desarrollos a nivel de infraestructura que están preparando las redes de las principales ciudades en Colombia para ofertas de accesos dedicados con altas velocidades en los próximos dos años. El uso de fibra óptica en segmentos cada vez más cercanos al usuario, del tipo FTTC, Las ciudades intermedias serán cubiertas a través de redes HFC principalmente.
  
- ✚ Las redes híbridas de fibra y cable (HFC) se están adecuando tecnológicamente para el suministro de servicios empaquetados, en las diferentes ciudades del país.
  
- ✚ Los principales operadores tienen en marcha planes de migración y crecimiento de red mediante la introducción de tecnologías de última generación tales como IP/MPLS, IPDSLAM con puertos ADSL2+ y Metro Ethernet y FTTC entre otras, conforme a las mejores prácticas de proveedores internacionales de acceso.
  
- ✚ Ofertas de accesos a Internet en segmento residencial desde 100Kbps hasta 16Mbps. En el segmento corporativo hasta 200Mbps vía fibra óptica.
  
- ✚ Los equipos DSLAM se encuentran instalados principalmente dentro de los edificios donde están ubicadas las centrales telefónicas, y se tiene unas distancias promedio de la red de cobre hasta cliente final de 3Km.<sup>17</sup>

Esta es nuestra realidad los operadores de servicios de Telecomunicaciones en Colombia se encuentran en pleno proceso de transformación hacia redes multiservicios basadas en la tecnología IP, MPLS, FTTx, entre otras; pero eso sí dentro de la estructura integral de las NGN, igualmente es evidente que para los operadores incumbentes se está presentando un asunto coyuntural: La convivencia de sus redes y/o nodos de conmutación tradicionales con ésta nueva red de nueva generación, lo cual ha originado un sin número de reclamaciones, quejas e inconformismos por parte de usuarios que requieren un alto nivel de calidad e

---

<sup>17</sup> COMISION DE REGULACION DE TELECOMUNICACIONES - REPUBLICA DE COLOMBIA, Documento de estudio, Regulación de Redes en convergencia, Fecha actualización: 07/07/08, Página 13 de 53, Coordinación de Regulación

incluso por parte de otros usuarios que aún cuentan con plantas o equipos terminales un tanto obsoletos y que requieren de la conmutación de circuitos para aplicaciones como: Fax, servicios de alarmas, IVRs, etc.

**3.3.6 LEY DE LAS TICs - LEY 1341 del 30 de Julio de 2009.** No podemos pasar por alto ésta nueva Ley de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) que sancionó recientemente el presidente de la República y posteriormente expidió la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones), nombre que se acogió precisamente en el artículo 19 de la presente ley, cambiando el anterior CRT (Comisión de Regulación de las Telecomunicaciones), el cual había sido creado bajo la ley 142 de 1994.

Nombraremos entonces algunos de los puntos más relevantes y que de alguna manera tienen incidencia directa o indirecta sobre el presente trabajo:

✚ En el Artículo 11, parágrafo 1. Habla del nuevo régimen de neutralidad tecnológica: “implica la libertad que tienen los proveedores de redes y servicios (TPBCL y TPBCLE) de usar las tecnologías para la prestación de todos los servicios sin restricción distinta a las posibles interferencias perjudiciales y el uso eficiente de los recursos escasos.” Esto puede traer efectos inmediatos como el pronunciamiento de las empresas operadoras locales, en cuanto a solicitar al Ministerio de las TIC la modificación de los permisos para uso del espectro con movilidad. Vale la pena anotar que muchas de estas empresas cuentan hoy día con licencia para prestar servicios de Telefonía inalámbrica fija (sin movilidad). A simple vista vemos una gran oportunidad que tendrían los operadores de planificar a corto plazo la necesidad de potencializar sus plataformas NGN y programar inversiones en la adquisición de tecnología que permita darle cabida a la movilidad, ampliando por su parte el portafolio de servicios integrados (cuádruple play).

✚ Del artículo 69 se puede extraer “El Fondo TIC, promocionará proyectos de masificación de banda ancha en estratos 1 y 2 sobre las redes de telefonía.” Debemos

tener en cuenta que una de las limitantes fuertes para la penetración en dichos estratos ha sido el tema de la inseguridad, el hurto continuo de las redes de cobre en estos lugares ha impedido aumentar los niveles de cobertura. Como alternativa interesante se están usando las redes HFC ya instaladas para no solo llevar los servicios de TV y banda ancha, sino también el servicio de voz. Gracias a la interconexión de la RED HFC con el core IP de la red NGN.

**3.3.7 Mercado De Las Telecomunicaciones En Colombia.** El extraordinario auge de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) incide considerablemente en el crecimiento económico de los países tanto desarrollados como en desarrollo. El sector de los servicios de telecomunicaciones (proveedor de servicio), que en la mayoría de los países es más importante que el sector de fabricación sigue creciendo a pesar de la crisis económica mundial y en el panorama nacional lo podemos evidenciar con la llegada de los grandes “pulpos”.

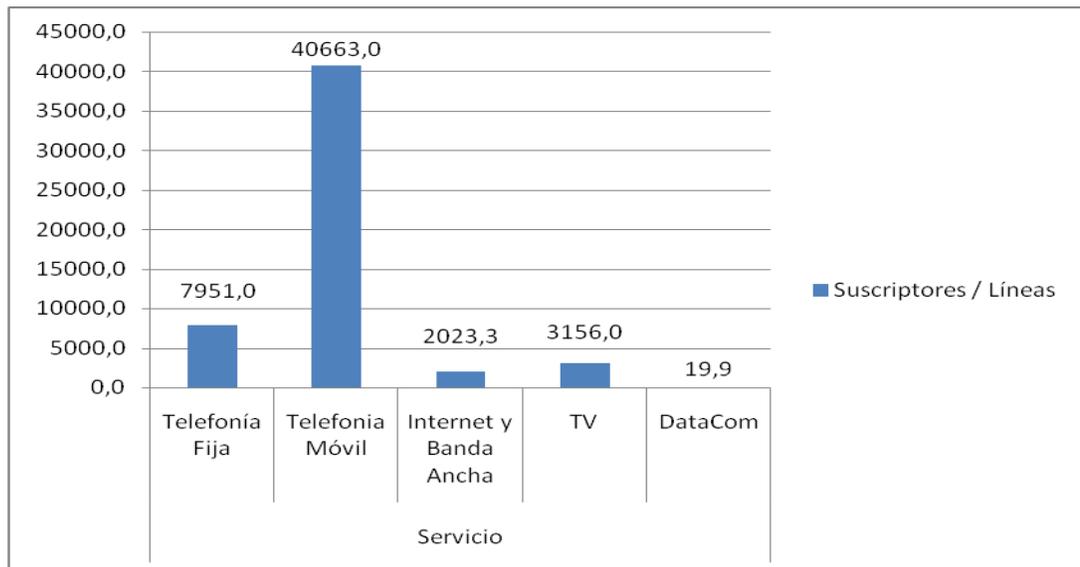
Las circunstancias que han beneficiado ésta estabilidad económica son:

- ✚ La competencia introducida al país de grandes multinacionales, en las comunicaciones celulares y las recientes que llegan con todos los servicios de telecomunicaciones.
- ✚ Las inversiones en tecnología de banda ancha y la creciente importancia de los servicios de valor agregado, datos y banda ancha, combinados con la creciente importancia de la televisión por cable.

"A pesar de la situación económica mundial, el mercado de las telecomunicaciones en Colombia continua registrando unas importantes tasas de crecimiento y es considerado uno de los mercados más atractivos en América Latina. En el 2008 el sector creció aproximadamente 14%, totalizando un mercado USD\$8,107.9 millones, jalonado principalmente por una explosiva penetración de telefonía móvil y servicios de banda

ancha. El número de líneas fijas registró un discreto crecimiento del 1% jalonado principalmente por los paquetes integrados de servicios (combos). El crecimiento de suscriptores móviles registró un crecimiento del 21% en el 2008, sin embargo este crecimiento ha disminuido debido a la alta penetración de éste servicio. Los servicios de banda ancha y acceso a internet, a pesar que es uno de los mercados más pequeños a nivel de suscriptores, este servicio registra las más altas tasas de crecimiento, mayores al 100% en el 2008. Esta situación genera que la penetración alcance el 28% en el segmento residencial.”<sup>18</sup>

**FIGURA 5. Mercado de Servicios de Telecomunicaciones en Colombia 2008  
Cantidad de Suscriptores / Líneas por Servicio**



Fuente: Frost & Sullivan

De acuerdo a la figura 5, podemos observar que la telefonía móvil es sin lugar a dudas el servicio que más ha jalonado y seguirá creciendo, aunque en menor proporción a medida que la cobertura sea mayor. Igualmente la telefonía fija aún cuenta con una interesante participación de líneas en servicio, lo que quizá también ha servido de motivante para que las empresas del sector sigan adquiriendo plataformas de nueva generación.

<sup>18</sup> El Mercado de las Telecomunicaciones en Colombia Frost & Sullivan

**Tabla 2. Ingresos estimados del sector Sem I-2008 - 2009-10-12**

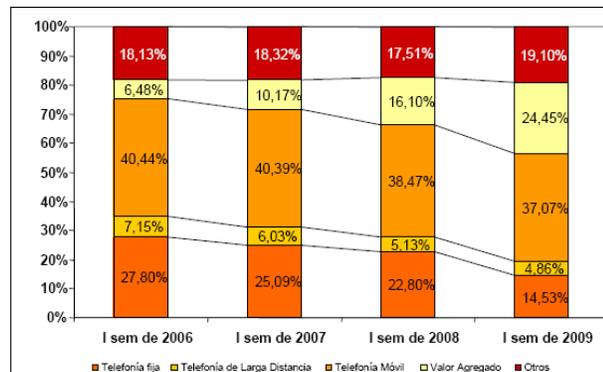
**Cifras en miles de millones de pesos corrientes.**

SUBSECTOR	Sem I 2008	Sem I 2009	Variación
Telefonía Local	\$ 1.372	\$ 1.021	-26 %
Telefonía Local Extendida	\$ 87	\$ 61	-30 %
Telefonía Móvil Rural	\$ 11	\$ 3	-76 %
Interconexión*	\$ 335	\$ 157	-53 %
Otros servicios de TPBC	\$ 668	\$ 411	-38 %
Valor Agregado**	\$ 1.746	\$ 2.778	59 %
Telefonía Móvil***	\$ 4.172	\$ 4.213	1 %
Larga Distancia Nacional	\$ 174	\$ 155	-11 %
Larga Distancia Internacional Saliente	\$ 154	\$ 164	7 %
Larga Distancia Internacional Entrante	\$ 228	\$ 223	-2 %
Trunking	\$ 137	\$ 211	54 %
Radio y Televisión ****	\$ 763	\$ 780	2 %
Otros*****	\$ 999	\$ 1.179	18 %
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.846</b>	<b>\$ 11.356</b>	<b>5 %</b>

Fuente: CRC, SUI, Supersociedades, Superfinanciera y CCIT.

Si observamos bien en la tabla 2 vemos un incremento de ingresos significativos en los servicios de valor agregado, que de alguna manera van ligados a los servicios de la TPBC, lo que nos podría llegar a presumir que las empresas operadoras de servicios que ya cuentan con plataformas de red convergentes como la NGN, están sacando provecho de algunas facilidades y servicios de valor agregado propias de éstas redes. En especial en el entorno corporativo.

**FIGURA 6. Participación de los ingresos por venta de servicios de telecomunicaciones**



Fuente: CRC, SUI, Supersociedades, Superfinanciera y CCIT. 2009.

Haciendo un análisis del mercado actual de las telecomunicaciones, se observa que la telefonía fija aún genera ingresos importantes para el sector y por ende para los mismos operadores, lo que se podría traducir en la capacidad de reinvertir parte de sus utilidades en modernización de la infraestructura de red. Y precisamente es lo que se está observando actualmente con la migración hacia las NGN. Incluso parte de esas inversiones que están haciendo las empresas del sector, podrían destinarse a reevaluar los PTB, ya sea contratando su estudio, evaluación y ejecución con una organización externa (Asesoría externa) o con el mismo personal de planta.

**3.3.8 Pronóstico del Mercado de las Telecomunicaciones en Colombia.** “El sector de las telecomunicaciones en Colombia espera futuros crecimientos, principalmente por banda ancha, nuevos contenidos y aplicaciones en el área móvil, teniendo un crecimiento promedio anual del 4,8 % y alcanzando un mercado de USD \$10,732 millones en el 2014.

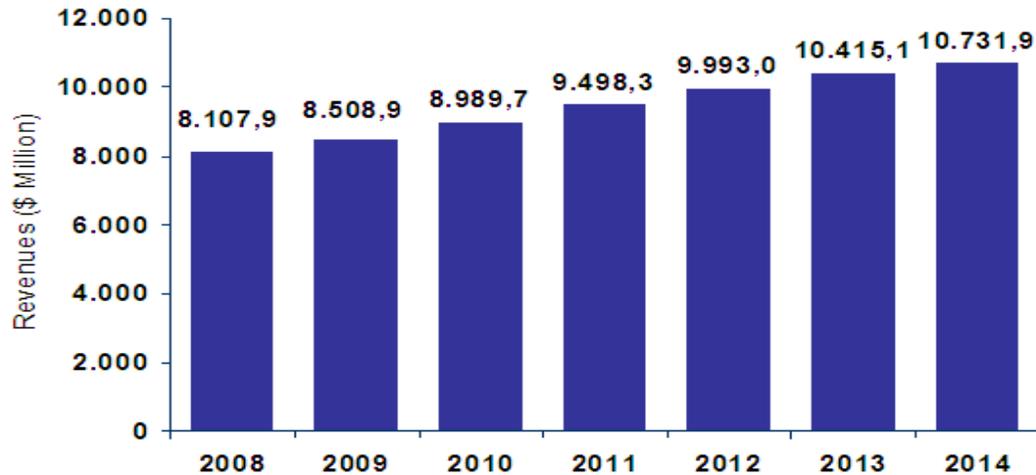
Las mayores oportunidades en el mercado en el 2008 se presentaron en la creación de paquetes customizados para el segmento medio y bajo, especialmente en servicios como banda ancha, TV por suscripción, como también servicios de valor agregado en el segmento móvil, induciendo el uso de aplicaciones móviles como internet y TV móvil.

Con la tendencia global de la convergencia, el cual es el agitador del mercado, Colombia está muy bien preparada en los servicios de Triple Play y Cuádruple play comparado con otros países de la región. El foco en el futuro no serán las redes sino la interacción de todos los servicios y todas las tecnologías.”<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> El Mercado de las Telecomunicaciones en Colombia Frost & Sullivan

FIGURA 7. Pronostico de Ingresos en el Mercado de los Servicios de  
Telecomunicaciones de Colombia, 2008 - 2014



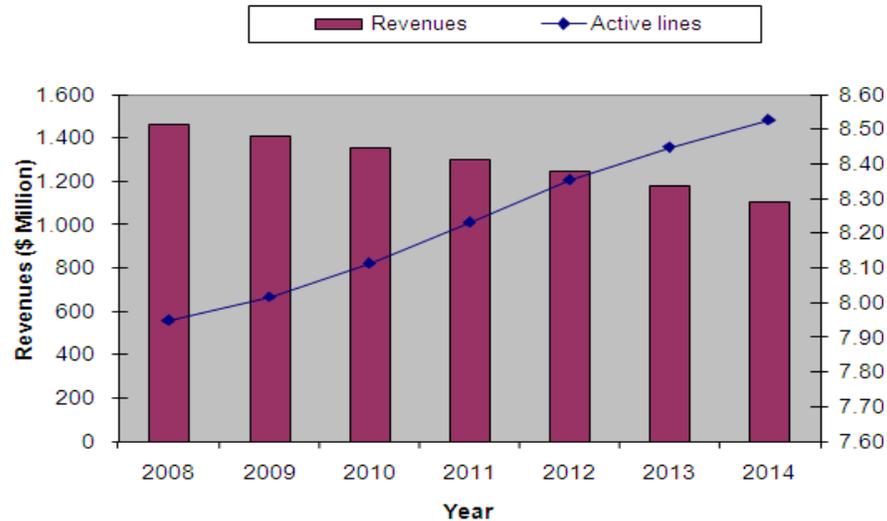
Fuente: Frost & Sullivan

Tal como lo muestra la figura 7, el negocio sigue brindando muy buenos dividendos a los participantes y la pelea se pone cada día más difícil, sin consideramos la llegada de grandes empresas con altos capitales de inversión, los cuales están desplegando redes de nueva generación para ganar en tiempo y retorno de inversión a corto plazo.

**3.3.9 Tendencias en Cuanto a la Telefonía Local.** “En contraste con los ingresos en esta categoría, en el número de líneas fijas se espera un crecimiento en el periodo analizado. Las líneas del segmento empresarial proyectan un leve incremento muy relacionado con el comportamiento de la economía y las líneas residenciales relacionado con el sector de la construcción. Los ingresos mantendrán un decrecimiento con una tasa anual promedio 2009 – 2014 negativa del 4,5%. Bajo este entorno competitivo de la telefonía móvil y soluciones IP, los operadores de telefonía local han realizado una reducción de sus tarifas y ofrecen en paquetes, como una estrategia para retener clientes, a pesar de esto el ARPU decrecerá en un 6%.”<sup>20</sup>

<sup>20</sup> El Mercado de las Telecomunicaciones en Colombia Frost & Sullivan

FIGURA 8. Mercado de Servicios de Telecomunicaciones en Colombia 2008 - 2014



Ingresos / Líneas activas de la Telefonía Local.

Fuente: Frost & Sullivan

**3.3.10 Estadísticas de desempleo en Colombia.** Las telecomunicaciones no están ajenas al desempleo que se vive en la actualidad, a pesar de ser uno de los negocios que más mueve la economía en nuestro país también ayuda al porcentaje de desempleados que se tienen en la actualidad, ya que las nuevas tecnologías y las tendencias que se tienen en materia de comunicación hacen que sea menos el personal que se tenga que involucrar en este campo, es así como para llegar a ser parte de este grupo se debe contar con conocimientos académicos y laborales bien profundos debido a que es un mercado cambiante y lo que es nuevo e innovador hoy, mañana va estando relegado. Las empresas del sector de las telecomunicaciones están muy enfocadas en las redes de nueva generación, ya que les permite utilizar la infraestructura con que cuentan y darle un mejor aprovechamiento en lo que tiene que ver con los servicios a prestar sin dejar la calidad de servicio y el óptimo desempeño de las redes.

Con las nuevas leyes que el gobierno ha implementado en materia de sistema multiacceso y libertad para prestar servicio de telefonía LD. Se le permite a los ciudadanos del común llegar a ser proveedores de telecomunicaciones, donde obliga a los grandes monopolios

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

estatales a alquilar sus redes, se puede decir que esto ha ayudado a generar empleos y nuevas maneras de ingresos para algunos colombianos que le apuntan a este negocio, claro está que no solo es utilizar la infraestructura de las grandes compañías de telecomunicaciones, también deben contar con algunos equipos que en el mercado son bastante costosos y a ello se le suma que el medio esta competido, pero así y todo hay quienes creen en el negocio, tendremos que esperar que nuevas alternativas nacen, de tal forma que permitan generar más empleo en un país que lo necesita y donde las grandes compañías han puesto sus ojos y están invirtiendo, pues muchos creemos que el mundo de las telecomunicaciones sigue muy vivo y con tendencia ascendente, es el caso de la telefonía celular que tiene todo un futuro para explotar y seguir como líderes en comunicaciones.

“A pesar de los síntomas de mejoría en la industria y el comercio, el desempleo sigue arrojando cifras preocupantes en Colombia.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, Dane, a julio último la tasa de desocupación fue del 12,6%, superior a la registrada en igual mes del 2008 y que llegó al 12,1%.

Dicho indicador significa que el número de desempleados pasó de 2.369.000 a 2.665.000 en ese lapso. Es decir, que otros 300.000 colombianos quedaron sin trabajo. Según el director del Dane, Héctor Maldonado, el incremento del desempleo se produjo por un ascenso en la tasa de participación, es decir, los ciudadanos que han tenido que salir en busca de trabajo. Esta medición quedó en 61,7%, mostrando un alza de tres puntos porcentuales frente a julio de 2008.

Por su parte, el número de ocupados en Colombia se ubicó en 18.418.000, cifra que al compararla con el mes anterior arrojó que 85.000 colombianos menos tienen un trabajo, debido a que en junio los empleados llegaron a 18.503.000 y la reducción equivale al 0,4%.

En las 13 áreas metropolitanas, se observó un aumento en el número de desocupados en 100.000 personas, pasando de 1.329.000 en junio de 2009, a 1.300.000 en julio del mismo año, variación equivalente al 7,5%. Al hacer la comparación con julio de 2008, el incremento llega a 11,9%, pasando de 2.229.000 colombianos sin empleo a 2.494.000, lo que significa que, en un año, 265.000 ciudadanos quedaron sin trabajo.<sup>21</sup>

Vale la pena mencionar que Pereira sigue ocupando el primer lugar en desempleo con un 21.5%, la siguen Pasto y Montería con 17.1% y 15.6% respectivamente.

Por otra parte y direccionando las miradas hacia el mercado de las Telecomunicaciones, se observa la llegada de multinacionales expertas en centros de atención de llamadas (Call Center) y otras empresas que sirven de apoyo logístico y comercial a las empresas del sector; lo que ha producido despido masivo de trabajadores en las empresas locales.

Igualmente con la reciente adquisición de las empresas operadoras locales, por parte de empresas mucho más grandes y con poder financiero, ya sean nacionales o multinacionales, también se han presentado reestructuraciones dentro de dichas compañías ocasionando la salida masiva de personal.

### **3.4 ENTORNO LOCAL - REGIONAL**

En cuanto al entorno local observamos una oleada de empresas incursionando en el mercado de las telecomunicaciones, tal es el caso de empresas como Telmex que penetró con sus servicios de Telefonía (Centrales de nueva generación), Televisión (IPTV), Banda Ancha y los servicios asociados a los anteriores; Cable Unión además del servicio de Televisión, está sacando provecho de su robusta infraestructura de fibra óptica prestando servicios de carrier y transporte a empresas locales y de la región a nivel de interconexión de datos corporativos, igualmente está capturando un buen mercado de banda ancha con las tecnologías inalámbricas Wi-Max y Wi-fi; ETB ya tiene mercado de internet banda ancha, LD (Larga Distancia) y ahora está solicitando a las otras empresas locales interconexión

---

<sup>21</sup> <http://www.elpais.com.co/paisonline/notas/Septiembre012009/eco1.html>

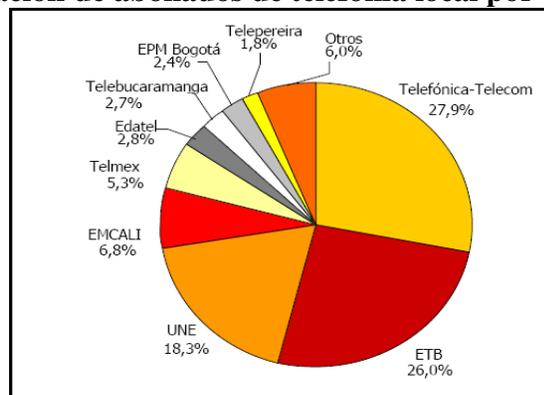
**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

local para prestar telefonía local, Colombia Telecomunicaciones sigue fuerte a nivel LD y TPBCLE (Telefonía Pública Básica conmutada local extendida), en cuanto a Internet ofrece banda ancha, pero no ha tenido buena acogida, ha entrado fuerte en soluciones de telecomunicaciones a nivel corporativo y en cuanto a la telefonía local sigue con muy poca penetración en el municipio de Dosquebradas; por su parte Telefónica de Pereira ha perdido un buen número de clientes en Telefonía, TV e Internet debido a la entrada de Telmex y sus planes empaquetados, en el momento adelanta campañas y planes tendientes a recuperar mercado, nuevos clientes con programas agresivos en cuanto a costos y paquetes que involucran la telefonía ilimitada, Televisión con mas canales, LD (Une - Orbitel) e Internet banda ancha (Internet conmutado como backup o respaldo), igualmente nuevos servicios en el entorno IP como ToIP, IP CENTREX, entre otros. En éste sentido el panorama local apunta a una competencia frontal entre los diferentes operadores por ganar día a día mayor espacio y mercado, siendo ésta una zona de alta influencia comercial y donde la economía nacional y mundial, han puesto sus ojos recientemente. Para el usuario final es un panorama alentador desde el punto de vista económico y de variedad de servicios empaquetados, bueno además de los servicios de valor agregado que ofrecen las NGN (Líneas telefónicas en internet, mensajería unificada, mensajes de voz en el correo, entre otros).

A continuación se muestra la participación de los diferentes operadores en el mercado de la telefonía local, de acuerdo a la cantidad de abonados.

**FIGURA 9. Participación de abonados de telefonía local por operador – Junio 2009**



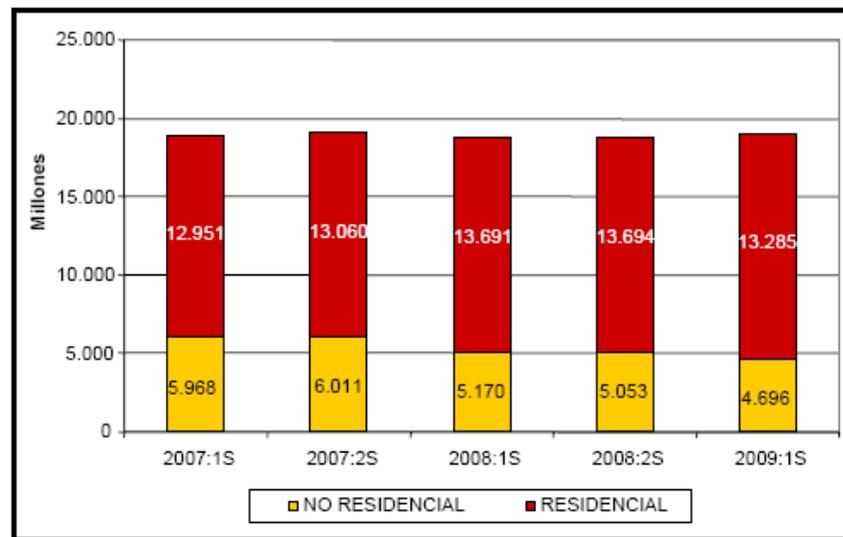
Fuente: SUI

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

Como vemos en la figura 9, casi el 75% del mercado de la telefonía fija, está repartido entre las 3 empresas más grandes del sector en Colombia, las cuales tienen en común que nacieron bajo un esquema público RTPBC y que poco a poco han ido ampliando sus redes y servicios a medida que la tecnología y las políticas regulatorias lo han permitido, lo que les ha generado una serie de dividendos financieros bastante atractivos, a tal punto que algunas de ellas, han absorbido otras empresas más pequeñas.

**FIGURA 10. Tráfico semestral de TPBCL por tipo de línea (minutos)  
2007 – Junio 2009**



Fuente: SUI

De acuerdo al tráfico presentado en la figura anterior, se observa un comportamiento irregular en los minutos consumidos por parte del sector residencial, siendo muy coherente con la realidad si tenemos en cuenta que muchas de las empresas operadoras cuentan con varios planes o bolsas de minutos para los usuarios, lo que se presta para un continuo cambio de plan por parte de los mismos, motivado también por las promociones, servicios empaquetados, etc. Mientras que en el sector empresarial, donde prima un ahorro permanente de costos operacionales si vemos una tendencia decreciente en el tráfico. Actualmente muchas empresas están soportando sus necesidades de comunicación a partir del celular, por otro lado han incursionado algunos carrier brindando soluciones integrales de extremo a extremo al sector empresarial.

#### **4. MARCO TEORICO**

Los recientes avances en las tecnologías de la información han hecho posible la aparición de numerosos sistemas que facilitan de forma considerable las operaciones, administración y gestión de los muchos medios de comunicación que se están dando hoy en día. Es por ésta y muchas razones que nuestro país es un gran atractivo u objetivo comercial para las empresas locales y multinacionales para la explotación y posterior comercialización de servicios de telecomunicaciones.

Considerando lo anterior debemos mencionar que las tecnologías emergentes empleadas por las empresas para afrontar los retos exigentes del mercado, es allí donde ubicamos las NGN como una de las tendencias tecnológicas en la prestación de servicios de forma integral, por supuesto con beneficios para los usuarios finales por la variedad de servicios prestados y lógicamente para las mismas empresas financieramente hablando.

Pero con la llegada de las NGN, para las empresas operadoras de servicios de telecomunicaciones, surgen también varios interrogantes asociados a dichos servicios, como es el tema regulatorio, la calidad de servicio prestado y el cómo aplicarán o que influencia tendrán los PTB (Planes Técnicos Básicos) en el desarrollo e implementación de ésta nueva tecnología.

“La migración hacia NGN no significa la sustitución total de las redes ya existentes, sino por el contrario, la integración de las redes de telefonía convencionales. Esto significa que las redes tradicionales pueden evolucionar, adaptarse y hacer parte de las NGN, para mantener las inversiones. La modernización de acceso es la base para proveer los nuevos servicios y aplicaciones (datos, voz y multimedia) en la misma red. Las NGN irán reemplazando progresivamente elementos y áreas de las RTPC tradicionales, construyendo en base a xDSL, acceso de fibra y con la convergencia de servicios o aplicaciones fijo – móvil e Internet.

De ahí que el sector de las telecomunicaciones se modernice constantemente, incorporando nuevas tecnologías o adaptando las ya existentes, nuevos actores y nuevos escenarios de convergencia de redes y servicios para responder a las nuevas demandas de los usuarios finales.<sup>22</sup>

Tal como lo menciona este párrafo “Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia” extractado de la CRC. Las redes existentes no desaparecerán en su totalidad al menos durante los próximos años, lo que conlleva al planteamiento de varios interrogantes como: ¿Existirá entonces un marco regulatorio que acoja como esquema o estructura esta red híbrida?, ¿Cuál será el papel de los planes técnicos básicos dentro de éste nuevo entorno de red (nodos de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes interactuando entre sí)? Así como éstas pueden surgir muchas más preguntas alrededor de éste nuevo enfoque, sin embargo solo citamos las que para nuestro interés de estudio deben desarrollarse para tener alguna respuesta al final del presente trabajo.

En éste mismo estudio se habla sobre que los consumidores con mayor capacidad de pago, se moverán mucho más rápido hacia las NGN, sin embargo no solo depende de la capacidad o no de pago, es evidente que en gran medida dicha dependencia se debe al nivel de cobertura o despliegue de las redes por parte de los operadores, es más algunos operadores locales está llegando a cubrir y vender servicios como telefonía IP en estratos 1 y 2, la cual es proporcionada gracias a la interacción de las NGN con las redes HFC en el core de la red. Para ello se usa como medio de transporte las redes HFC, para suplir con esto los problemas graves de vandalismo (mercado negro del cobre) que se presentan en dichos sectores. Lo anterior no es precisamente una actividad enmarcada dentro de la responsabilidad social empresarial de las operadoras, ya que por dicha red se comercializan paquetes de servicios, generando de igual manera ingresos importantes.

Por otra parte existen aún muchos usuarios comerciales que han preferido mantener sus líneas telefónicas tradicionales para conservar la misma calidad de servicio, o incluso

---

<sup>22</sup> Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia Pg 7

aplicaciones exclusivas para transmisión de servicios de datos como alarmas, FAX, entre otros servicios que se realizan a través de líneas telefónicas conmutadas.

#### **4.1 ANTECEDENTES**

Prácticamente hasta mediados de la década de los 90 en Colombia, la prestación de los servicios de telecomunicaciones era bastante limitada, es decir, la telefonía era el servicio básico imperante y se complementaba solo con los servicios de valor agregado asociados. Por lo tanto las redes fijas tenían el papel protagónico, es así como los operadores desplegaron infraestructura rápidamente. Sin embargo dicho despliegue se facilitó gracias a la estructura política de ese entonces, cuya característica fundamental era el ambiente de monopolio que reinaba en las empresas operadoras locales, en cuanto al servicio de la telefonía local y un monopolio nacional en el servicio de larga distancia, a cargo de TELECOM. La Ley 142 de 1994 cambia el régimen tarifario de los servicios básicos de telecomunicaciones y se abre el mercado de larga distancia a la competencia. La entrada de nuevos operadores generó reducción en las tarifas de larga distancia y de cargos de acceso, al igual que promociones y mejoras en el servicio a favor del usuario; un panorama bastante halagador con miras hacia la telefonía fija.

Por otra parte la revolución de internet que se produjo en los mismos años 90's, comenzó a posicionar el sector de las Telecomunicaciones como uno de los factores importantes en el crecimiento económico del país. Igualmente se abre la puerta a la llegada de los móviles, ocasionando un cambio trascendental en el estilo de vida de las personas, un cambio cultural y a su vez muy prometedor para las empresas operadoras, financieramente hablando. Por su parte se dan las condiciones para el mismo desarrollo de la televisión por cable, nacen nuevas empresas especializadas en dicho servicio, mientras que las operadoras tradicionales de servicios de telecomunicaciones encuentran en este servicio un negocio prometedor, para lo cual realizan grandes inversiones para el despliegue de redes. En este orden de ideas entonces los servicios de voz (fijos y móviles), los de datos (internet), al igual que la TV por cable; evolucionaron de forma paralela, con

infraestructuras de red separadas, pero en algunas ocasiones con un factor común, las grandes empresas del país tenían participación directa o por lo menos contaban con casi todos éstos servicios.

## **4.2 EL PUNTO DE PARTIDA, LA ESTRUCTURA DE RED CLÁSICA.**

Como antecedente importante vale la pena comenzar hablando de la estructura de red clásica para cada uno de los servicios de telecomunicaciones más relevantes, los cuales se consideraban casi inmutables o con muy pocas posibilidades de integración mutua. Las razones de peso se pueden resumir en:

Tecnológicamente no se contaba con una plataforma común, donde pudieran converger todos los servicios, es decir, un protocolo de comunicación estándar y mundialmente aceptado.

No se contaba con alta demanda en cuanto al ancho de banda y teniendo en cuenta que se trataba de un bien escaso y costoso, no se tuvo un despliegue propiamente dicho. Tanto así que la conexión a internet se mantuvo por un buen tiempo a través de las líneas conmutadas (línea telefónica).

Los servicios de telecomunicaciones se desarrollaban de manera individual, debido quizá a la estructura monopolística del negocio y a falta de una regulación equitativa y el manejo político que se le daba a la administración de las empresas operadoras. En conclusión la infraestructura de las redes se desarrollaban de manera individual, pero eso sí muy especializadas para cada servicio, lo que permitía garantizar una muy buena calidad de servicio, pero a su vez poco flexible al desarrollo y despliegue de nuevos servicios.

**4.2.1 La RTPBC (La red de Telefonía Pública Básica Conmutada).** Cuya definición según el Ministerio de Comunicaciones es: “Es el conjunto de elementos que hacen posible

la transmisión conmutada de voz, con acceso generalizado al público, tanto en Colombia como en el exterior”<sup>23</sup>

Se consideran incluidos dentro de ésta definición los servicios de: Telefonía Pública Básica Conmutada Local (TPBLCL), Local Extendida (TPBCLE) y Larga Distancia (TPBCLD).

De acuerdo a lo anterior, estamos hablando entonces de un conjunto de elementos o equipos que podríamos decir están ubicados en el medio de la comunicación y que hacen parte de lo que conocemos como CONMUTACIÓN, es decir, donde se realiza la conexión física (circuito) entre diferentes puntos para establecer el camino que finalmente une dos equipos terminales, es de aclarar que para que éste proceso se pueda llevar a cabo se hace necesario de un gran procesador que controla, prioriza y en general administra estas conexiones. Por otra parte tenemos los elementos de transmisión que no son más que el medio físico que permite transportar la información a determinadas distancias, entre nodos o centrales de conmutación y hacia los mismos equipos terminales del usuario (terminales telefónicos).

### **Características de una RTPBC**

- ✚ Red de Conmutación de Circuitos Establece un camino de extremo a extremo.
- ✚ Ancho de Banda Fijo para el flujo de información (Voz o Datos)
- ✚ La información se transporta y llega en orden
- ✚ Poca probabilidad de congestión una vez establecido el camino
- ✚ Fue diseñada especialmente para el tráfico de voz, sin embargo puede se pueden transportar datos, haciendo uso del modem.

---

<sup>23</sup> [www.mincomunicaciones.gov.co/SBTL/RedesConmutacionTelefonica2000/170.pdf](http://www.mincomunicaciones.gov.co/SBTL/RedesConmutacionTelefonica2000/170.pdf)

- ✚ Debido a la madurez de las redes y servicios, existe una alta participación de políticas regulatorias y estándares, lo que facilita aspectos tan importantes como: crecimiento ordenado (buena planeación), controles para la competencia desleal, se garantiza buena calidad de servicio y alta disponibilidad.
  
- ✚ Implementación y puesta en servicio de los PLANES TÉCNICOS BÁSICOS (PTB).

### **Descripción de una Red De Telefonía Pública Básica Conmutada.**

**Central o Nodo de Conmutación:** Se trata del sitio donde se concentran todas las funciones propias de la conmutación o “switchero” de llamadas telefónicas, estamos hablando entonces del equipo (Hardware y Software) central desde donde nace el servicio de telefonía y otros servicios de valor agregado.

Funciones Principales de un Nodo o Central TDM (Elemento principal de la RTPBC)

**Sincronización:** Quizá es la funcionalidad que le da soporte principal al mundo TDM, se trata de una referencia de reloj de muy alta calidad, que provee señal de sincronismo a los nodos de conmutación, es muy importante resaltar que el servicio de voz fluye en tiempo real y por lo tanto no admite retardos, ni congestión, en otras palabras se requiere de un sincronismo para la transmisión y recepción de la información.

**Conmutación:** Es el corazón de la central, donde se realizan todas las conexiones de circuitos.

**Procesamiento y Control:** Es el cerebro de la central, quien administra y controla todos los subsistemas, algo así como un gran procesador.

**Señalización:** Maneja los diferentes protocolos de comunicación, que permiten la interconexión con otras centrales (SS7 número 7, MFCR2, entre otros), proveer servicios especializados a corporativos (ISDN o RDSI), señalización hacia abonados remotos (V5.x,

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

protocolos propietarios), etc. A nivel de los protocolos de señalización para éste tipo de redes, los estándares han sido mundialmente aceptados entre fabricantes y proveedores de servicios, lo que ha facilitado el poder garantizar una alta calidad de servicios, gracias precisamente a ese grado de madurez.

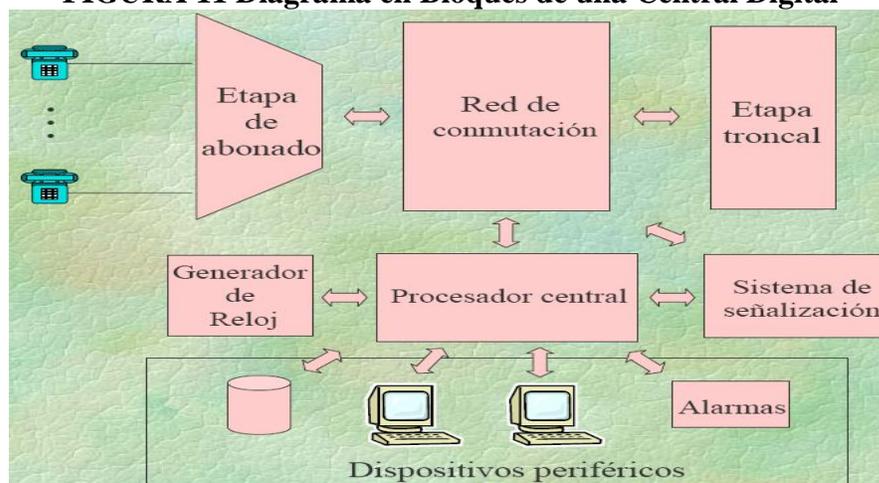
**Interconexión:** Interfaces físicas que permiten la conectividad con otros nodos de conmutación y con equipos remotos de abonados: PCM, E1, E4, STM1, Radio enlace, etc.

**Tarificación:** Sistema que se encarga de registrar el consumo de cada línea de acuerdo a las políticas de cada empresa, pero por supuesto bajo la regulación existente para tal fin.

**Control y Gestión de la RED:** Toda la comunicación hombre máquina, es decir, operación y mantenimiento, customización, almacenamiento masivo, sistemas de respaldo o backup, periféricos, etc.

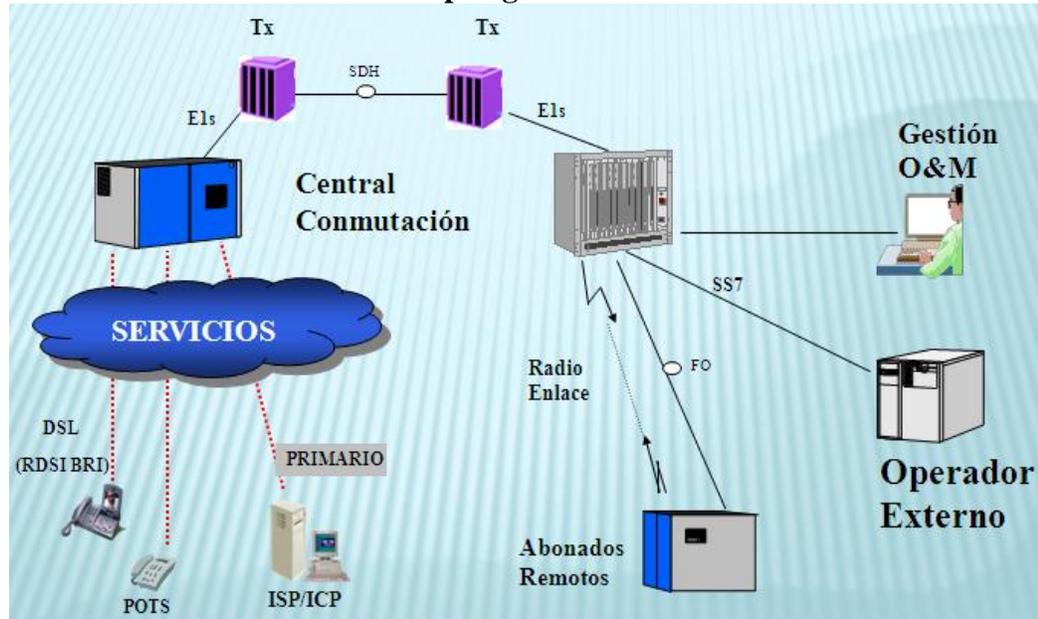
**Registro y Medición de Tráfico (Erlangs):** Funcionalidad que permite medir en línea el estado de la central, en cuanto a su dimensionamiento, capacidad de conmutación, de procesamiento, de enrutamiento y en general elemento indispensable para la toma de decisiones como: ampliación de rutas, desbordes de tráfico de voz, entre otras. Herramienta fundamental como insumo para la elaboración del plan técnico básico de enrutamiento.

**FIGURA 11 Diagrama en Bloques de una Central Digital**



Fuente: Documento del ministerio de comunicaciones SBTL – Servicio de Telefonía Pública Básica Conmutada.

FIGURA 12. Estructura Topológica de un Sistema de Conmutación



Fuente: Compendio de Apuntes y Memorias Propias.

Para detallar un poco la figura anterior, mencionaremos los componentes principales que hacen parte de una red de conmutación y su principal función:

**Central de Conmutación:** Provee servicios de voz (POTS), Red Digital de Servicios Integrados RDSI en sus dos modalidades Acceso Básico y Primario.

**Abonados Remotos:** Representa los abonados o líneas telefónicas ubicadas en sitios distantes para atender zonas geográficamente retiradas.

**Equipos de Transmisión Tx:** Proporcionan la interconexión entre centrales o etapas de abondo remotas. Usando como medio físico el cable de cobre o la fibra óptica, de acuerdo a la tecnología empleada para tal fin (PDH, SDH). También se usa como medio inalámbrico el radio enlace, para atender aquellos sitios que por su geografía resulta muy costoso y poco práctico el tendido de medios físicos.

**Operador Externo:** Representa los nodos o centrales de conmutación de los demás operadores: TPBCLD, Celulares, entre otros.

**Gestión O&M:** Centro administrativo de operación y mantenimiento, desde donde se realiza todo el aprovisionamiento de los servicios y la configuración en general de las centrales de conmutación.

**Distribuidor Principal y Sótano de Cables:** Es el lugar donde convergen todas las líneas telefónicas e igualmente se distribuyen hacia la red en los que tradicionalmente conocemos como los pares de cobre, entorchados, o hilos metálicos, etc. Podemos entonces decir que el distribuidor, repartidor o como se conoce técnicamente MDF (Main Distribution frame) es el puente entre el mundo de los equipos de conmutación (red o planta interna) y la RED externa.

**Red Primaria:** Es la red que va desde el distribuidor principal hasta los puntos de distribución o “armarios”, ubicados generalmente a la intemperie y desde donde se desprende la red secundaria. La red primaria se compone entonces de cables multi-pares de 500, 800, 900, 1200, 1800 pares de cobre, entre otros.

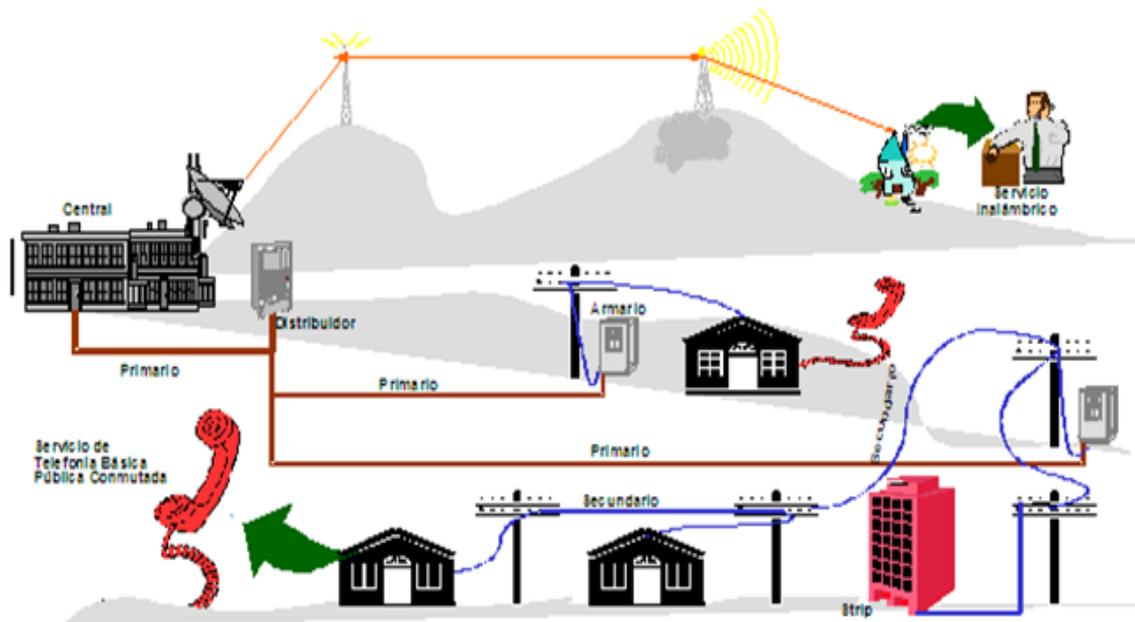
Por lo tamaño de los cables, generalmente la red primaria es canalizada ya sea en ductos o cárcamos.

**Red Secundaria:** Comprende la red que va desde los armarios de distribución, hasta las cajas de dispersión (red aérea), los STRIP telefónicos (red canalizada) o hasta los pedestales (canalizada), según sea el caso. El tamaño de los cables es relativamente pequeño, oscilando entre los 10 a 200 Pares

**Red de Abonado (o de Distribución):** Es el extremo final de la red, el trayecto comprendido entre las cajas de dispersión, STRIP, o pedestales. Hasta el equipo terminal del usuario al interior de la casa, oficina o edificio.

Algunos operadores subdividen esta red de distribución final en dos partes: La red de abonado que llega hasta la entrada de la casa, oficina o edificio (STRIP) y la red hasta el equipo terminal del usuario, denominándola entonces red interna.

FIGURA 13 Esquema general de una RTPBC



Fuente: UNE Telefónica de Pereira

Como podemos observar en el esquema, es posible llevar el servicio vía radio enlace, es decir, el servicio es inalámbrico, sin embargo sigue siendo un servicio de la RTPBC. De hecho algunos operadores emplean éste mecanismo de transporte para proveer el servicio.

**Conceptos Básicos Relacionados:** Es muy importante hablar sobre algunos conceptos básicos, bajo los cuales se soporta la teoría funcional de las redes tradicionales de telecomunicaciones (RTPBC). Igualmente para poder entender fácilmente el proceso de migración que se está dando hoy en día hacia las redes de nueva generación NGN.

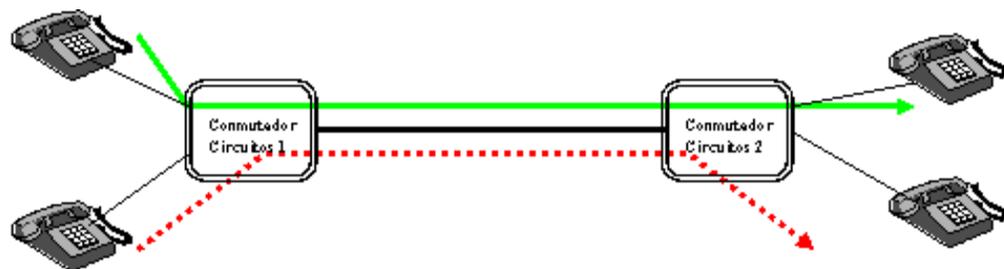
**Canal Telefónico:** Espacio necesario para transmitir señales telefónicas (voz) entre 0 y 4.000 Hz.

**Circuito:** Es el medio físico dentro de una red de telecomunicaciones, que sirve para establecer comunicación entre dos puntos a distancia.

**Conmutación Digital:** La conmutación digital consta de una red de conexiones (matriz) permanentes (espaciales) y temporales (memorias) o virtuales manejadas por un procesador. Es aquí donde se realiza el proceso de unir dos puntos cerrando el circuito para la conexión extremo a extremo, permitiendo la comunicación deseada.

**Conmutación de Circuitos:** La conmutación de circuitos supone el establecimiento de una conexión previa, para poderse efectuar una comunicación de extremo a extremo. En el caso de la telefonía por ejemplo, todo el proceso de una llamada se ejecuta sobre una conexión física ya establecida (Par de cobre).

**FIGURA 14 Conmutación de Circuitos**



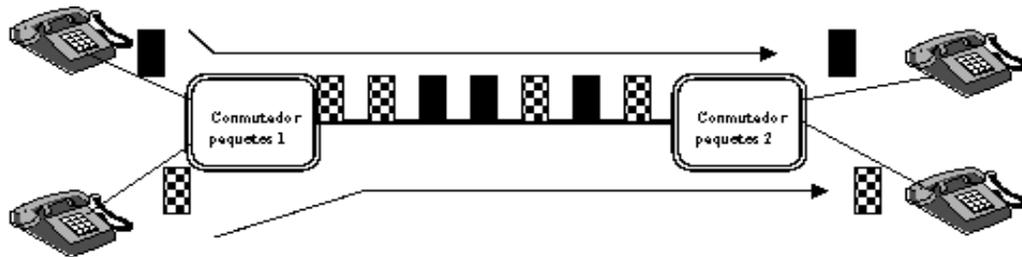
Fuente: José Luis Peralta, Director General de Planes Fundamentales de Telecomunicaciones, COFETEL -  
MEXICO

- ✚ Una Comunicación a la vez.
- ✚ Conexión Permanente.
- ✚ Calidad Garantizada (canal 64Kbps).

**Conmutación de Paquetes:** La información es armada en paquetes (plenamente identificados) antes de ser enviada, no se requiere el establecimiento previo de un canal o

circuito de comunicación, los paquetes pueden ser enviados por diferentes caminos y al final son reconstruidos para completar el mensaje. Uso tradicional Redes de Datos

**FIGURA 15 Conmutación de Paquetes**



Fuente: José Luis Peralta, Director General de Planes Fundamentales de Telecomunicaciones, COFETEL - MEXICO

- ✚ Uso compartido del medio de comunicación.
- ✚ Comunicaciones simultáneas.
- ✚ Calidad no siempre garantizada (retardos, variación en el retardo, pérdida de paquetes).
- ✚ Protocolo: Conjunto de reglas, convenciones y acuerdos que se deben observar entre dos entidades que desean comunicarse. Es un acuerdo entre las partes acerca de cómo va a proceder la comunicación.

**4.2.2 Red de Datos.** Las redes de Telecomunicaciones se desarrollaron bajo una filosofía de implementar técnicamente servicios particulares, de modo que en la tradición de las telecomunicaciones cada servicio tenía asociada una red en particular y cada red en particular se diseñaba teniendo en mente las necesidades específicas técnicas del servicio que debían soportar. Estos desarrollos iniciales de servicios atados a redes corresponden a los servicios que históricamente se desarrollan primero y cuya tendencia era asociarlos a los servicios básicos.

Posteriormente surgen las redes de datos como consecuencia del desarrollo de mecanismos cada vez más sofisticados para conectar sistemas de cómputo, mecanismos que inician por esquemas y protocolos propietarios (legacy) de cada fabricante de estos sistemas, pero que en algún momento plantean la necesidad de comunicación entre diversos sistemas de distintos fabricantes. Es en este momento cuando se plantea la necesidad de desarrollar estándares a nivel de Protocolos de Comunicación para sistemas abiertos, los cuales se quemaban en los microprocesadores de los dispositivos y equipos en general, lo que permite la interoperabilidad de redes, sistemas y equipos sin importar el fabricante.

Al respecto existen dos hitos tecnológicos en materia de desarrollo de estos protocolos abiertos:

- ✚ El desarrollo de los protocolos de la familia de X.25.
  
- ✚ El desarrollo del conjunto de protocolos de Internet donde los más conocidos son el protocolo de red IP y los de transporte TCP y UDP.

Así, encontramos un escenario donde existen redes para datos entre entidades de cómputo de las cuales su paradigma es el Internet, ahora bien, entre las características técnicas diferenciales entre los servicios de voz y de datos encontramos las siguientes:

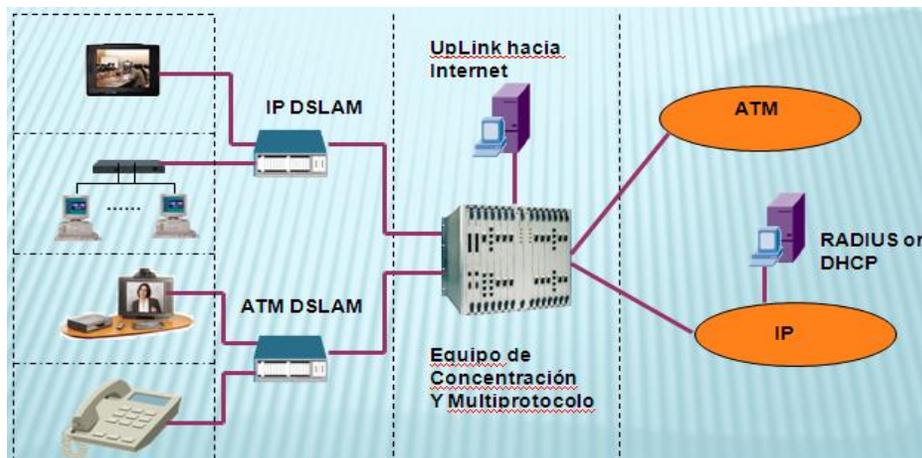
- ✚ Los servicios que soportan las redes de datos son más sensibles a errores en la transmisión.
  
- ✚ Los servicios de transmisión de datos son menos sensibles al retardo que los servicios de voz, por tratarse de conmutación de paquetes, donde de acuerdo al protocolo de enrutamiento empleado, la información se puede segmentar en paquetes debidamente identificados tomando diferentes direcciones.
  
- ✚ Los servicios de datos son menos sensibles al jitter (Variación en el retardo) que los servicios de voz.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

- ✚ La información de datos puede ser fraccionada y reensamblada fácilmente para su transmisión.
- ✚ Las redes de voz son orientadas a la conexión con apertura de sesiones y reserva de recursos exclusivos por cada comunicación, las redes de datos no son orientadas a conexión y mantienen sesiones activas continuas.
- ✚ Las redes de datos están diseñadas para compartir el mismo canal de comunicación entre diversas fuentes de información simultáneamente, las redes de voz reservan recursos específicos por cada llamada.
- ✚ Las redes de datos permiten a una entidad terminal usuario mantener diversas comunicaciones en simultánea, las redes de voz mantienen normalmente una sola comunicación a la vez.
- ✚ Las redes de datos manejan esquemas de enrutamiento dinámico automático y balanceo de tráfico entre rutas, las redes de voz tienen un esquema de enrutamiento más rígido y jerárquico.<sup>24</sup>

**FIGURA 16. Ejemplo de Topología de una red de Datos**



Fuente: Compendio de Apuntes y Memorias Propias.

<sup>24</sup> COMISION DE REGULACION DE TELECOMUNICACIONES - REPUBLICA DE COLOMBIA, Documento de estudio, Regulación de Redes en convergencia, Fecha actualización: 07/07/08, Página 6 de 53, Coordinación de Regulación

**4.2.3 Red de TV.** Siguiendo con la descripción de la estructura de red clásica, otro de los servicios de telecomunicaciones que ha ganado terreno y que cada día crece más es el Televisión por Cable. Vale la pena aclarar que a pesar que actualmente en el mercado existen empresas dedicadas a prestar el servicio de TV Satelital, aquí hacemos énfasis al servicio de TV por cable y en especial a la red HFC, por ser otra de las redes que se integran fácilmente al mundo NGN, haciendo parte de la convergencia de redes y servicios.

Una red HFC es una red de telecomunicaciones por cable, que permite llevar los servicios de TV e Internet banda ancha hacia los usuarios. Combina la fibra óptica y el cable coaxial como soportes para transmisión de las señales. Se compone básicamente de cuatro partes claramente diferenciadas: la cabecera, la red troncal, la red de distribución, y la red de acometida de los abonados.

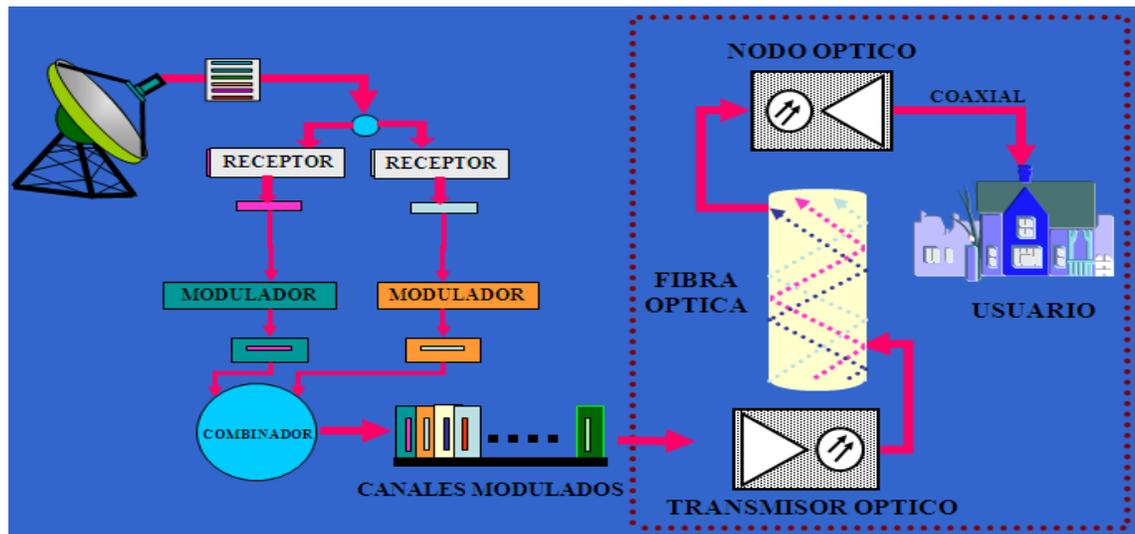
**La Cabecera o Headend:** Es desde donde se administra todo el sistema. Tradicionalmente a través de las redes HFC se presta el servicio de distribución de señales de televisión (Analógicas y Digitales), posteriormente se integró a ésta red los equipos que gestionan y/o controlan los cable módems para el servicio de Internet, generalmente ubicados en la misma cabecera. En la cabecera se cumplen tres funciones importantes: Recepción de señales satelitales y de microondas, procesamiento de señales (Modulación, combinación) y conversión de la señal RF (radio frecuencia) en luz (óptica).

**La Red Troncal:** La red troncal o comúnmente llamada red dura, suele presentar una estructura en forma de anillos redundantes de fibra óptica que une a un conjunto de nodos primarios. Los nodos primarios alimentan a otros nodos (secundarios) mediante enlaces punto a punto o bien mediante anillos. En éstos nodos secundarios las señales ópticas se convierten a señales eléctricas y se distribuyen a los hogares de los abonados a través de una topología tipo bus de coaxial.

**La Red de Distribución:** Comprende la red desde los nodos ópticos, pero con la señal ya convertida en eléctrica, hasta los taps de distribución. Es el cable coaxial puro y encontramos allí una serie de dispositivos activos (Amplificadores y fuentes de energía) y pasivos (Taps, Splitters, Acopladores).

**Red de Abonado:** Comúnmente denominada el Drop, comprende el segmento de red entre el Tap de distribución y el punto de conexión del usuario.

**FIGURA 17. Esquema general de una RED HFC**



Fuente: Compendio de Apuntes y Memorias Propias.

### 4.3 PRIMEROS PASOS HACIA LA CONVERGENCIA

Tecnológicamente uno de los factores determinantes en éste proceso de evolución hacia la convergencia ha sido la gran revolución y despliegue acelerado del internet. Desde los años 90's cuando tuvo su penetración en nuestro entorno regional, el internet se ha convertido en uno de los principales impulsores de la economía. Igualmente está sirviendo de plataforma para el desarrollo de nuevos servicios y de pasarela para algunos ya existentes, con aplicaciones a todo nivel, en especial soluciones puntuales en el mercado corporativo.

Otro factor importante que ha influenciado considerablemente es el tema de la globalización que no solo ha obligado a las empresas del sector de las telecomunicaciones a ser cada día más competitivas, sino que está haciendo del internet, la transmisión de datos y la telefonía recursos indispensables para poder responder con las exigencias del mercado e incluso de la misma crisis económica actual. Por otro lado y gracias a las políticas

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

regulatorias del sector de las telecomunicaciones, a finales de la misma década de los 90 se comenzó un proceso de liberación en el sector, que no es más que la apertura hacia la libre competencia, de esta forma las empresas operadoras comenzaron a ampliar su portafolio de servicios y a fortalecer sus infraestructuras para poder soportar servicios para los cuales no habían sido diseñadas. Se comenzó a ver la necesidad de una mejor red o estructura que permitiera empaquetar servicios manteniendo una buena calidad de servicio.

Conforme Internet se extendía y su uso se normalizaba en todos los entornos, tanto empresariales como residenciales, se comenzó a considerar una solución común basada en las redes IP. Sin embargo, las soluciones IP tradicionales presentaban baches importantes que las hacían poco eficientes, sobre todo en cuanto a la seguridad y calidad. Bajo este escenario es donde se comienza a generar un nuevo concepto de red, la NGN.

**FIGURA 18. La Influencia de Internet en el Desarrollo del Concepto NGN**



Fuente: Integración de Infraestructuras Mediante NGN -  
[http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion\\_NGN.pdf](http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion_NGN.pdf)

#### 4.4 RED NGN

**4.4.1 Definición De NGN.** Existen numerosas definiciones de NGN, como resultado de foros, presentaciones, congresos, etc. Sin embargo, por su validez internacional, se considera la definición dada por el Grupo de Estudio 13 del Sector de Normalización de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT –T) en la Recomendación Y.2001, que define una NGN como: “Red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS (Quality of Service)”, y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección.

Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.

La arquitectura de las NGN basada en el IP puede subdividirse en varios dominios. Esa segmentación facilita la conceptualización de la QoS, la planificación estratégica y la partición funcional sobre las que típicamente se basan las redes.”<sup>25</sup>

**4.4.2 Arquitectura De La Red NGN.** Ahora bien siguiendo con la importancia de éstas redes de nueva generación dentro de la actualidad tecnológica y sobre todo la tendencia en las telecomunicaciones. Se cita la visión global que hace la OEA (Organización de los Estados Americanos) en su comisión interamericana de telecomunicaciones, donde además de impartir una resumida, pero concreta definición, describen la arquitectura de la NGN:

"Las redes de próxima generación (*Next Generation Networks* = NGN) son redes convergentes multiservicios de voz/datos que funcionan en un mercado de múltiples

---

<sup>25</sup> Redes de Próxima Generación - Visión General de Normas  
[http://www.citel.oas.org/SP/ccp1-tel/Carpetas%20Tecnicas/carpeta1-r5\\_e.doc](http://www.citel.oas.org/SP/ccp1-tel/Carpetas%20Tecnicas/carpeta1-r5_e.doc)

proveedores. Las NGN requieren una arquitectura que permita la integración perfecta de servicios de telecomunicaciones tanto nuevos como tradicionales entre redes de paquetes de alta velocidad, interoperando con clientes que poseen capacidades heterogéneas. Dicha arquitectura generalmente está estructurada alrededor de cuatro capas principales de tecnología. La capa de conectividad básica (o central) incluye el encaminamiento y la conmutación, pasarelas de red y acceso. La capa de acceso y del equipo del local del cliente (*customer-premises equipment* = CPE) incluye las diversas tecnologías usadas para llegar a los clientes. La capa del servidor de aplicaciones contiene servicios mejorados y aplicaciones de valor agregado.

La capa de gestión proporciona servicios de red y funciones de gestión empresarial. Cada una de estas capas se basa en una serie de normas que son esenciales para la implementación exitosa de una NGN. El UIT-T está trabajando activamente en una visión emergente de una NGN, la cual se basa en un paradigma de redes inalámbricas y alámbricas convergentes<sup>26</sup>

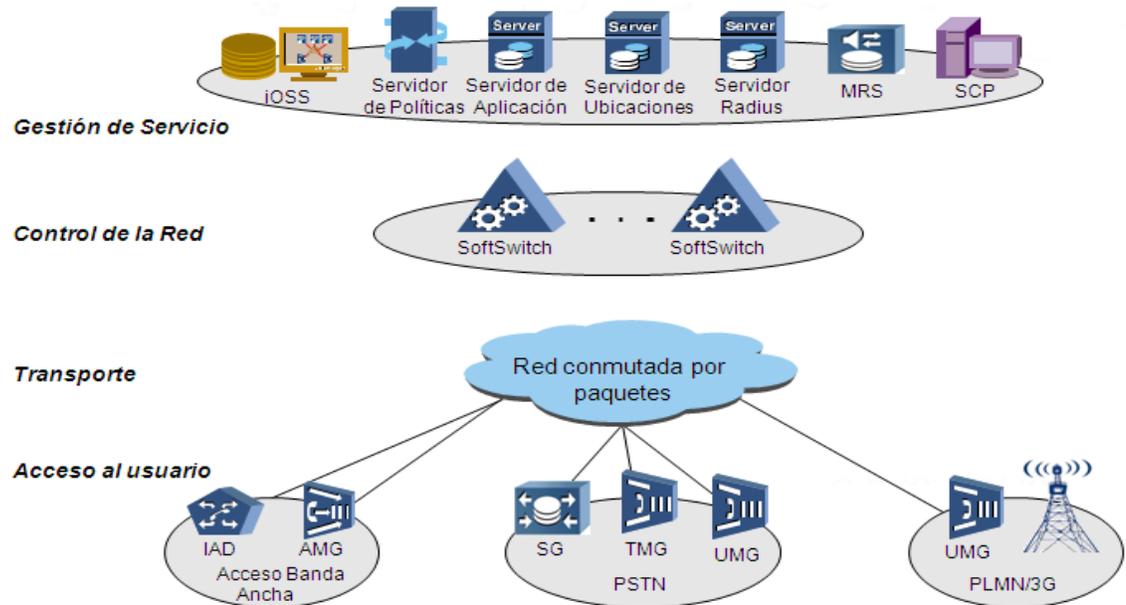
Más adelante profundizaremos un poco más sobre la funcionalidad de cada capa y su papel en toda la estructura NGN.

La arquitectura e implementación de la NGN deberán partir de interfaces y protocolos abiertos basados en normas. Ello es esencial para obtener el interfuncionamiento de productos de distintos proveedores, tal como en el caso de la PSTN y por lo que se ha hecho tan robusta. También es generalmente aceptado que la NGN debe basarse en una arquitectura distribuida que ayude considerablemente a reducir los costos de ejecución, al mismo tiempo que flexibilice su operación, mantenimiento y la migración de las tradicionales redes PSTN que soportan en esencia el servicio de VOZ.

---

<sup>26</sup> Carpeta técnica-1 rev. -5 (2006), redes de próxima generación visión general de normas comité consultivo permanente, organización de los estados americanos comisión interamericana de telecomunicaciones. Pg 6

FIGURA 19. Arquitectura de la Red NGN



Fuente: Compendio de Apuntes y Memorias Propias.

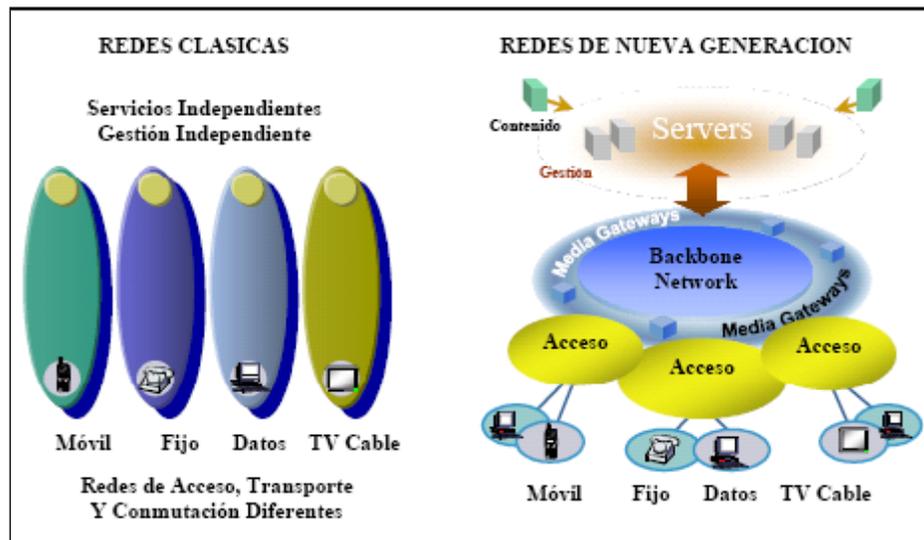
Del documento “Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia” realizado por la entonces CRT en Junio de 2007. Vale la pena extraer la distinción que se hace entre lo que son los dominios de sistemas TDM y dominios de sistemas IP. Que no es otra cosa que la comparación entre ambos mundos y donde radica la esencia de nuestro objeto de estudio.

“Los sistemas TDM constituyen el grupo de centrales de conmutación que agregan tráfico desde los abonados hacia el resto de las etapas.

Los sistemas IP constituyen el grupo de centrales de conmutación que también agregan tráfico desde los abonados cuyo elemento básico es el paquete de datos hacia el resto de las etapas en lo que es conocido como capa de transporte.”<sup>27</sup>

<sup>27</sup> . CRT: Documento Amarillo - Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia - Centro de Conocimiento del Negocio Fecha revisión: 06/07/07

FIGURA 20. Comparación Redes clásicas vs. Redes de Nueva Generación



Fuente: ITU, Módulo 1, Redes Publicas Convergentes de Nueva Generación

#### 4.4.3 Componentes de la Arquitectura De NGN

##### EL SOFTSWITCH

Softswitch es el nombre genérico para un nuevo sistema de telefonía que ha evolucionado hasta la transmisión de voz mediante redes de conmutación de paquetes (IP). Es el dispositivo más importante en la capa de control dentro de una arquitectura NGN, que se encarga del control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes (IP).

El softswitch opera como administrador, al interconectar redes de telefonía fija, con las redes de conmutación de paquetes (IP), siendo su objetivo principal brindar una confiabilidad y calidad de servicio, igual o incluso mejor a la que brinda una red de conmutación de circuitos, con precios más bajos. El softswitch trabaja con estándares abiertos para integrar las redes de próxima generación con la capacidad de transportar voz, datos y multimedia, sobre redes IP.

Las diferentes versiones del softswitch dependen del protocolo que se vaya a utilizar en la red, como por ejemplo: Proxy o elemento de registro en el protocolo SIP o como el Gatekeeper en H.323, Media Gateway Controller (MGC) en MEGACO, etc.

**Características del Softswitch:** Permite el control de servicios de conexión asociados a las pasarelas multimedia (Media Gateways) y los puntos terminales que utilizan IP como protocolo nativo.

- ✚ Capacidad de proveer sobre la red IP un sistema telefónico tradicional, confiable y de alta calidad en todo momento.
- ✚ Selección de procesos en cada llamada.
- ✚ El enrutamiento de las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
- ✚ La capacidad para transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
- ✚ Interfaces con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
- ✚ Coexistencia con las redes tradicionales de conmutación.
- ✚ Soporte de servicios como: Voz, Fax, vídeo, datos y nuevos servicios que serán ofrecidos en el futuro.
- ✚ Los dispositivos finales pueden ser; teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, beepers, terminales de video conferencia, etc.
- ✚ Separar el software del hardware en una red, lo que implica libertad en la elección de productos de distintos fabricantes en todas las capas de la red.

- ✚ Bajo Costo de desarrollo.
  
- ✚ Mejora los servicios para el cliente, lo que facilita su rápido ingreso al mercado.
  
- ✚ Mensajería unificada que brinda facilidades para que los usuarios recuperen, respondan y administren todos sus mensajes de voz, llamadas telefónicas, el correo electrónico y los faxes.
  
- ✚ Flexibilidad al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.
  
- ✚ Mejores ingresos para los proveedores de servicios y operadores.

**Arquitectura del Softswitch:** Un softswitch puede estar compuesto por uno o más componentes, es decir sus funciones se pueden desarrollar en un sistema o a través de varios sistemas. Los principales componentes de un softswitch son:

Gateway Controller (Controlador de Pasarela): También llamado Call Agent, es el centro operativo del softswitch, mantiene las normas para el procesamiento de llamadas, comunicándose con otras partes del Softswitch, y componentes externos utilizando diferentes protocolos. Es responsable del manejo del tráfico de Voz y datos a través de varias redes. Las principales funciones del Gateway Controller son:

- ✚ Control de llamadas.
- ✚ Protocolos de establecimiento de llamadas: H.323, SIP
- ✚ Protocolos de Control de Medios: MGCP, MEGACO H.248
- ✚ Control sobre la Calidad y Clase de Servicio.
- ✚ Protocolo de Control SS7: SIGTRAN (SS7 sobre IP).
- ✚ Procesamiento SS7 cuando usa SIGTRAN.
- ✚ Enrutamiento de llamadas.
- ✚ Detalle de las llamadas para facturación.
- ✚ Manejo del Ancho de Banda.

**Signalling Gateway (Pasarela de Señalización):** Sirve como puente entre la red de señalización SS7 y la red IP bajo el control del Gateway Controller. Es el responsable de ejecutar el establecimiento y desconexión de la llamada. Las principales funciones del Signaling Gateway son:

- ✚ Proveer conectividad física para la red SS7 vía T1/E1 o T1/V.35.
- ✚ Capaz de Transportar información SS7 entre el Gateway Controller y el Signaling Gateway a través de IP.
- ✚ Proporciona una ruta de transmisión para la voz y opcionalmente para los datos.
- ✚ Alta disponibilidad de operación para servicios de telecomunicaciones.

**Media Gateway (Pasarela de medios):** El media gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y vídeo entre la Red IP y la red PSTN. El componente más básico que posee el media Gateway es el DSP (digital signal processor) que se encarga de las funciones de conversión de analógico a digital, los códigos de compresión de audio y video, cancelación del eco, detección del silencio, la señal de salida de DTMF11, y su función más importante es transformar la voz en paquetes para poder ser comprendidos por la red IP. Las principales funciones y características del Media Gateway son:

- ✚ Transmisión de paquetes de voz empleando RTP como protocolo de transmisión.
- ✚ Posee una entrada y salida de datos alta, la cual puede aumentar a medida que la red aumente su tamaño, por lo tanto debe poseer la característica de ser escalable, en puertos, tarjetas, nodos externos y otros componentes del softswitch.
- ✚ Tiene un Interfaz Ethernet12 y algunos poseen redundancia.

**Media Server (Servidor de Medios):** Mejora las características funcionales del Softswitch, contiene las aplicaciones de procesamiento del medio, esto significa que soporta un alto funcionamiento del hardware del DSP. Un media server no es estrictamente requerido como parte de las funciones del switch. Las principales funciones del Media Server son:

- ✚ Funcionalidad básica de voicemail.
- ✚ Integrar fax y mail box, notificando por e-mail o pregrabación de los mensajes.
- ✚ Capacidad de videoconferencia.
- ✚ Speech-to-text, el cual se basa en el envío de texto a las cuentas de email de las personas o a los beeper usando entradas de voz.
- ✚ Speech-to-Web, es una aplicación que transforma palabras claves en códigos de texto los cuales pueden ser usados en el acceso a la Web.
- ✚ Unificación de los mensajes de lectura para voice, fax y e-mail por un interfaz Ethernet.
- ✚ Fax-over-IP (Fax sobre IP).

**Feature Server (Servidor de Capacidades):** Controla los datos para la generación de la facturación, usa los recursos y los servicios localizados en los componentes del softswitch. Se define como una aplicación a nivel de servidor que hospeda un conjunto de servicios de valor agregado que pueden ser parte de CALL AGENT o no. Las aplicaciones se comunican con el CALL AGENT a través de los protocolos SIP, H.323, etc.

**Servicio 1-800:** Provee un bajo costo para los altos niveles de llamadas de entrada. La translación del número 800 a un número telefónico es proporcionada por la base de datos. El usuario que recibe la llamada al 800 paga el costo de la misma.

**Servicios 1-900:** Provee servicios de información, contestación de la llamada, sondeos de opinión pública. El que origina la llamada paga la misma.

Servicios de Facturación GateKeeper que provee servicios de enrutamiento de llamada para cada punto final, puede proveer facturación y control del ancho de Banda para el Softswitch.

Tarjeta de Servicios para llamadas, que permite a un usuario acceder a un servicio de larga distancia por medio de un teléfono tradicional. La Facturación, autenticación PIN y el soporte de enrutamiento son proporcionados en el servicio.

**Autorización de llamada:** Este servicio establece redes virtuales VPN usando autorización PIN.

Llamadas en espera, transferencia de llamadas, Correo de Voz y búsqueda, marcado automático, identificador de llamada, Velocidad de marcado y centralización de llamadas

**El Access Media Gateway (AMG):** El AMG es una clase superior de Media Gateway, y es importante porque reemplazan las tarjetas de línea TDM de los switches. Hay varios subtipos de Access Media Gateways, mostrando diferentes acercamientos a las redes de telecomunicaciones. Un subtipo muy importante son las Pasarelas de Acceso Multiservicio MSAG (Multiservice Access Gateway), también conocida como Nodos de Acceso Multiservicio MSANs (Multiservice Access Nodes), Los cuales brindan servicios de banda ancha y Triple Play, soportando una migración fluida a tecnologías NGN. El AMG también realiza labores de compresión y descompresión de señales de voz, por lo que requiere potencia de procesamiento.

**Terminales de los Usuarios:** Las interfaces de usuario final, son físicas y funcionales (control). No se han hecho estimaciones respecto a la diversidad de las interfaces de usuarios y de las redes de usuarios que podrían conectarse a la red de acceso de la NGN. Todas las categorías de equipos de usuarios son soportadas por la NGN, desde los sencillos aparatos telefónicos convencionales hasta las complejas redes corporativas. El equipo de usuario final puede ser fijo o móvil. Los Terminales son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.

Software son las aplicaciones o programas que permiten la comunicación vía Internet, pueden ser usadas simplemente a través de un computador o PC con el respectivo micrófono y los parlantes del mismo, proporcionando la misma experiencia que una llamada telefónica tradicional.

Hardware se refiere a una amplia variedad de equipos terminales de usuario y básicamente a los Teléfonos IP, que permiten realizar llamadas telefónicas vía Internet. El concepto más elemental para explicarlo sería decir que las señales de voz son convertidas en paquetes de información digital que son luego transmitidos a través del protocolo IP (Internet.)

El teléfono IP está basado en el estándar ITU H.323 para VoIP. El software consiste de los siguientes grandes subsistemas: Interfaz de usuario, Procesamiento de Voz, Telephony Signaling Gateway, Protocolos de interfaz de Red, Agente administrador de Red, y servicios del sistema.

**4.4.4 Características De Las Redes NGN.** A continuación se detallan las principales características de la red NGN, resaltando aquellas que más inciden sobre nuestro objeto de estudio. Para ellos nos soportamos en el documento “Integración de Infraestructuras Mediante NGN - [http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion\\_NGN.pdf](http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion_NGN.pdf)”

- ✚ Transferencia basada en paquetes.
- ✚ Separación de las funciones de transporte y las de servicio. Desarrollo de servicios a través de interfaces abiertas.
- ✚ Soporte de un amplio rango de servicios y aplicaciones (tiempo real, streaming y multimedia).
- ✚ Capacidad de banda ancha con QoS extremo a extremo.
- ✚ Trabajo integrado con redes precedentes (PSTN y otras) a través interfaces abiertas.
- ✚ Movilidad generalizada.- Se refiere a la movilidad de usuarios y dispositivos a través de diferentes tecnologías de acceso sin interrupción del servicio
- ✚ Acceso de los usuarios a servicios ofrecidos por diferentes proveedores.
- ✚ Convergencia de los servicios fijos y móviles.
- ✚ Soporte para múltiples tecnologías de última milla.
- ✚ Cumplimiento de todos los requerimientos regulatorios (comunicaciones de emergencia, seguridad, interceptación legal y otros).<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Integración de Infraestructuras Mediante NGN

Se resaltan aquellos aspectos que impactan directamente sobre lo que podría ser la adaptación del plan técnico básico de enrutamiento en una estructura de red mixta, entre el mundo TDM e IP. Y precisamente cuando resaltamos temas como “Interfaces Abiertas”, “Integración de otras redes como la PSTN” y “movilidad generalizada”.

Si comparamos estas características de las NGN en el enfoque del PTB de enrutamiento, observamos que el reto para los operadores tradicionales es realmente grande si consideramos que en el mundo TDM o PSTN, el enrutamiento es prácticamente estático o de muy poco dinamismo, lo que posibilitaba la adecuada estructuración del PTB. Es a raíz de esta argumentación que plantearemos una serie de escenarios reales en donde se tendrán en cuenta cada una de las posibles soluciones a favor de: Permitir una adecuada regulación, implementar un orden de crecimiento en el sector, dar las pautas para una mejor calidad de servicio, garantizar un ambiente de competencia equilibrado, entre otros.

**4.4.5 Cambios Asociados a las Redes NGN.** Haciendo una analogía con la estructura de la red clásica, podemos decir que los cambios más representativos entorno a las NGN son:

- ✚ En el “corazón” de la red implica la consolidación de varias redes en un único core de transporte basado en paquetes. Muy importante este cambio asociado, pues podemos entonces visualizar fácilmente la necesidad de discriminar el tráfico, es decir, el establecimiento de políticas que permitan priorizar el tráfico de acuerdo a cada servicio transportado y aún más si tenemos en cuenta que servicios como la voz deben transportarse en tiempo real.
- ✚ En la red de acceso fija, la migración de la voz de la PSTN a VoIP y la conversión de los DSLAMs en Nodos de Acceso Multiservicio (MSAN).
- ✚ La convergencia de las redes PSTN, de las redes inalámbricas (WiFi, GSM, 3G, etc.) y de las redes de datos.

**4.4.6 Beneficios o Ventajas De las Redes NGN.** Para el operador significa, menores costos de operación y mantenimiento por brindar todos los servicios sobre una misma red.

- ✚ Menores costos de inversión al evitar multiplicar equipos en diferentes redes. Sin embargo la inversión inicial debería ser alta, pues se debe disponer de equipos de altas prestaciones y un muy buen performance.
- ✚ Ahorro del ancho de banda al compartir voz, datos y video en la misma red de transporte.
- ✚ Mayor flexibilidad para proveer diferentes servicios a un mismo usuario, incluso con aplicaciones comunes entre los diferentes medios de acceso.

**4.4.7 Panorama Actual De Las NGN.** En especial nos concentraremos en lo que podemos denominar las piedras angulares de las redes de nueva generación y donde hasta el momento se sigue trabajando para satisfacer las exigentes necesidades del medio. Para ello citamos un apartado bastante apropiado en este enfoque que le queremos dar. Sacado de “Carpeta Técnica – Redes de Próxima Generación – Visión General de Normas – Organización de los Estados Americanos, Comisión interamericana de Telecomunicaciones”

**Normas De Desempeño y Calidad Del Servicio (QoS):** Una de las tareas más difíciles que enfrenta una red de próxima generación (NGN) es suministrar un sistema o técnica para las transmisiones de voz por IP (VoIP) que ofrezca un desempeño y calidad del servicio (QoS), equivalente a la de la red telefónica pública conmutada (RTPC) actual.

Hay dos versiones de NGN: una se centra en la ATM mientras que la otra se centra en el IP. En este proyecto nos concentraremos en el sistema IP ofrecido para la NGN, es posible que ambas versiones lleguen a converger en el futuro, especialmente con respecto a la red central o core.

**Centralización del control:** contiene el controlador de pasarela (gateways) de medios junto con ciertos nodos de servicio centralizados (por razones de mantenimiento) y elementos de operaciones (OAM).

**Pasarela de medios / puntos extremos / acceso:** contiene las diversas pasarelas usadas para el acceso a la red IP.

**Agregación IP:** contiene los dispositivos usados para combinar flujos e interfaces físicas en un número manejable de interfaces o nodos junto con cualquier partición o límite (muro cortafuegos, apoyo de LAN de oficina central)

**Red núcleo IP / interconexión:** contiene los dispositivos usados para cursar tráfico IP a través de la red, junto con la interconexión de los dominios / redes.

Una solución NGN IP ofrece básicamente dos posibilidades, una que contiene abonados "del lado de la línea" y otra que contiene clientes "de enlace solamente". Desde el punto de vista de la red IP de núcleo, la diferencia entre ambas es relativamente pequeña. Pero desde el punto de vista de la QoS de extremo a extremo, es importante tener en cuenta los diferentes requerimientos que imponen las dos a la red y sus componentes.

Además, esta sección tiene el objeto de describir opciones en materia de la QoS para NGN centradas en el IP.

Primero, debe notarse que la RTPC (Red Telefónica Pública Conmutada) es una red que cursa eficazmente el servicio básico de "voz", además de una variedad de servicios suplementarios o servicios auxiliares en "banda" o portadores que típicamente se emplean para comunicaciones no humanas (Ej., fax, módems de acceso por discado, tonos digitales, etc.). La mayoría de dichos servicios "en banda" dependen en alto grado de las características de voz básicas de la RTPC con multiplexación por división en el tiempo (TDM) para obtener una buena calidad del servicio.

Típicamente, esas características están relacionadas con el ancho de banda, la frecuencia, la propagación, técnicas de modulación y armónicos, entre otras cosas.

Cuando suministran transmisiones de voz a través de una red de transmisión IP, las empresas operadoras pueden usar códecs de alta velocidad (Ej., UIT-T G.711 - 64Kbps), para que la calidad suministrada a los usuarios sea equivalente a la de la RTPC, sin embargo, como las posibilidades de lograr condiciones comparables de demora y fluctuación en la red IP general (red de redes o Internet) son muy pocas, se han propuesto diversas normas y otros mecanismos para poder trabajar con tipos de servicios de voz y datos de manera simultánea. Por lo general, dichos mecanismos suponen el uso de determinados códecs de voz de velocidad más baja (G729, G726, G726, otros), junto con técnicas para convertir bits/bytes en trenes de información ASCII equivalentes, y enviar la información convertida como flujos de datos IP "fuera de banda" o paralelos. Por ejemplo, las transmisiones de facsímil se convierten en las pasarelas y se envían como trenes de datos ASCII a través de una red IP al extremo remoto, que convierte la información nuevamente en tonos de módem de fax para su recepción final por el módem fax terminal extremo. Se han propuesto otras técnicas similares para diversos tonos (Ej., DTMF, MF) que normalmente atraviesan la RTPC - TDM usando la "banda de voz" del servicio vocal. Una red NGN IP tendrá que ser compatible con técnicas tanto "en banda" como "fuera de banda", más aún si consideramos el aspecto de migración de las RTPC hacia las NGN, donde los usuario ya establecidos no se deben ver afectados en lo más mínimo.<sup>29</sup>

Del último párrafo resaltamos uno de los dolores de cabeza que están teniendo actualmente los operadores que se encuentran en pleno proceso de migración hacia NGN, pero que conservan todavía algunos nodos de conmutación TDM. Se trata de precisamente del interfuncionamiento de abonados del lado de la NGN o propios del esquema NGN, con respecto a los clientes de la PSTN, pero en el entorno de la misma red de determinado operador. Se trata básicamente de lo siguiente: Las líneas de abonado propias de NGN, es

---

<sup>29</sup> Carpeta Técnica – 1 rev. 5 (2006), Redes de Próxima Generación, Visión General de Normas, Organización de los Estados Americanos, Comisión interamericana de Telecomunicaciones. Pg 38

decir, los abonados asociados a los gateways de acceso y que vienen prácticamente inmersos dentro de una solución integral de NGN, son diseñados bajo el enfoque IP, pero conservando las funcionalidades básicas de una línea POTS tradicional, con el agravante que el Gateway de acceso para hacer la conversión del mundo TDM hacia IP, debe realizar un proceso de compresión o codificación del flujo de voz, usando para ello una serie de técnicas de compresión de la voz, pasando de un ancho de banda de 64 Kbps a 23, 26, 29 Kbps, entre otros (depende del códec empleado). Mientras que las líneas de abonado de enlace y que hacen parte de la PSTN, fueron diseñadas no solo para soportar el tráfico de voz, también se han usado para flujo de información de datos, incluso hoy en día existen aplicaciones que usan conexiones conmutadas como lo son: sistemas de monitoreo (transmisión de alarmas), servicio de FAX y otros. En este orden de ideas, uno de retos que tienen los fabricantes de tecnologías convergentes como la red NGN, es poder garantizar la continuidad de éstos servicios adicionales y tradicionales, al momento de ofertar dichos productos y que solo se reflejan en el proceso migratorio (puesta en servicio de abonados propios de la NGN).

**Características y expectativas del servicio VoIP:** En general, el servicio VoIP puede dividirse en tres componentes de flujos de datos:

- ✚ Los paquetes de portador/voz (normalmente cursados como paquetes RTP Real Time Protocol),
- ✚ Señalización/control, éstos pueden incluir diferentes protocolos de señalización (H.323, H.248, SIP, SIP-T, MGCP, BICC, SIGTRAN)
- ✚ Operaciones y Mantenimiento (OAM), éstos incluyen, entre otros protocolos, SNMP, TFTP, COPS.

Cuando se trata con la QoS para el servicio de voz, el interés principal tiende a ser en el tren de portadoras, ya que esto es lo que generalmente afectará a un abonado. Los demás

componentes son igualmente importantes en lo que toca a la QoS general. Sin una QoS adecuada para la señalización/control, las llamadas podrán no establecerse o tomar mucho tiempo para hacerlo. De la misma manera y desde un punto de vista operacional, sin QoS para OAM, el aprovisionamiento podrá fallar o ser muy demorado, las fallas de la red podrán pasar inadvertidas, el mantenimiento preventivo podrá no ser posible o demorarse considerablemente, etc. Todo esto se reflejaría por último en la impresión o concepto que el usuario tenga del servicio ofrecido. Además, no todos estos componentes del servicio requieren la misma QoS, por lo que es probable que cada uno tenga diferentes necesidades de servicio de datos.

Sin embargo, para complicar esto un poco, las "expectativas" del usuario final (más precisamente, las "expectativas cambiantes" de los usuarios) confunden las cosas de manera que las características no son necesariamente estáticas o fácilmente cuantificables para todos los usuarios y proveedores de servicios.

A diferencia del servicio vocal RTPC, ubicuo y maduro, que en general ofrece una calidad del servicio constante, la red IP y el servicio VoIP resultante posee afortunadamente la capacidad de poder manejarse más flexiblemente.”<sup>30</sup>

Más allá del tema de Calidad de Servicio, aquí encontramos también un componente cultural en la forma tradicional como usamos y percibimos por ejemplo el servicio de voz. Comenzando por el tono de invitación a marcar, que puede presentarse con una intensidad menor, similar a la de un conmutador, la forma de envío de los dígitos (en paquete), el tono de repique, el control de repique o como suele llamarse ring back tone, en ocasiones presencia de eco, etc. La llegada de ésta nueva tecnología se ha convertido entonces en un paradigma para el usuario del servicio y para lo cual las empresas operadoras no se han pronunciado formalmente, dentro de una campaña de inducción que facilite el mismo proceso de cambio.

---

<sup>30</sup> Carpeta Técnica – 1 rev. 5 (2006), Redes de Próxima Generación, Visión General de Normas, Organización de los Estados Americanos, Comisión interamericana de Telecomunicaciones. Pg 38

**Estrategia para la QoS en redes IP:** La estrategia básica para resolver la cuestión de la QoS en las redes IP de la próxima generación debe ser simple y uniforme, pero capaz de satisfacer las necesidades de una gran variedad de servicios y modelos empresariales. Sin embargo, incluso el servicio de voz, que es relativamente simple, es complejo y contiene o requiere varios componentes auxiliares de datos para tener buen éxito.

Además de los datos portadores (basados en paquetes de protocolo de tiempo real [RTP]), hay paquetes de señalización/control (Ej., H.248, SIP-T) y flujos/paquetes OAM. Si todos estos parámetros se tratan y marcan de la misma manera, es probable que pudieran "conspirar" entre ellos para causar un conflicto tal que la calidad del servicio VoIP no sería aceptable. Además de los "conflictos de servicio internos" mencionados, existe la necesidad de que el servicio VoIP coexista con otros servicios que trabajan con la misma red IP administrada unificadamente. El IETF ha propuesto que la QoS cuente con el respaldo de un sistema de ingeniería de tráfico IP (IP TE). Dicho sistema permite que todos los servicios y la red administrada funcionen y existan juntos. El grupo de trabajo de ingeniería del tráfico (tewg) de la Internet del IETF ha producido pautas generales para un sistema IP TE.

**VoIP, Telefonía en Internet, Voz en Internet: ¿Qué son?:** “Los términos VoIP, Telefonía IP, Telefonía en Internet y Voz en Internet (VoN) se les ha dado diferentes significados por diferentes escenarios y de hecho no se han puesto de acuerdo universalmente sobre su significado. Sin embargo, hay distinciones que están tenidas en mente, para que el IP pueda ser utilizado de varias maneras para la transmisión de voz.

VoIP es un término genérico que se refiere a todos los tipos de comunicaciones de voz utilizando la tecnología del Protocolo de Internet en vez de una tecnología de un circuito tradicional. Esto incluye el uso de paquetes de datos por parte de las compañías de telecomunicaciones para llevar la voz a través de sus redes, de tal forma que no hay mucho control por parte de los usuarios finales.

VoN, también llamada telefonía en Internet, por otro lado es un servicio que el usuario final decide utilizar, es una forma especializada de VoIP en la que una llamada telefónica regular de voz es transmitida por la vía del Internet público, traspasando todo o una parte de las redes de telefonía pública. La telefonía en Internet puede darse entre computadores (computador a computador), entre un computador y un teléfono y entre teléfonos.”<sup>31</sup>

Cuando hablamos de tecnologías IP nos estamos refiriendo en general a un conjunto de protocolos que conforman lo que actualmente llamamos redes IP.

Compensación de pérdida de paquetes: en redes IP actuales, todos los flujos de voz son tratados como datos (paquetes). En un escenario de congestión, algunos paquetes de voz serán descartados al igual que los de datos, estos últimos sin embargo no son sensibles al tiempo (por no ser un servicio en tiempo real), y los paquetes descartados pueden ser recuperados con la retransmisión, mientras que los paquetes de voz no pueden ser tratados de esta manera. Una forma de corregir este problema, es enviar información redundante sacrificando ancho de banda.

El oído humano es mucho más sensible a la pérdida de datos (lo que ocasiona deficiencias en la conversación), que al retardo. Es un hecho entonces que la pérdida de paquetes afecta a la calidad de la voz, pero el tanto por ciento admisible depende tanto de los algoritmos de compresión usados como de la percepción subjetiva de los usuarios.

La realidad es que para lograr asegurar éstos parámetros de calidad de servicio a lo largo de una RED IP, conservando los mismos niveles de exigencia como los proporcionados por las redes actuales de voz, en la actualidad es muy posible lograrlo, pero en redes pequeñas y privadas con absoluto control de equipos, ancho de banda y protocolos de señalización. El asunto se comienza a complicar un poco en las redes públicas actuales, que en su mayoría están adquiriendo plataformas NGN y donde uno de sus servicios básicos es la VoIP, pero debido a la cantidad de protocolos y equipos convergentes en el core, obliga a establecer unas muy buenas políticas de codificación y enrutamiento en cada uno de los dispositivos.

---

<sup>31</sup> DOCUMENTO II VOZ IP: El futuro de las telecomunicaciones INTUG / ASUCOM 2004/7 PG 1

#### **4.5 IMS (IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM)**

“La proliferación de la tecnología IP y el despliegue de IMS en todas las redes de telecomunicación están transformando radicalmente el sector y posibilitará que las operadoras integren las llamadas fijas con las móviles, y la voz con el acceso a Internet de banda ancha, la televisión y el vídeo bajo demanda, y las aplicaciones multimedia residenciales y empresariales.

El sector de las telecomunicaciones está sufriendo un cambio radical por la explosión de la banda ancha, el incremento de los terminales inteligentes, y la convergencia de las infraestructuras en torno a IP. La tecnología IMS aparece como un aspecto clave en este nuevo panorama, mucho más complejo y competitivo.

La evolución de las redes y el desarrollo de nuevos servicios, con requisitos cada vez más exigentes en cuanto a ancho de banda y calidad, demandan importantes inversiones. Entre las características de la actual capa de transporte de los operadores convergentes cabe destacar la consolidación de una red IP/MPLS multiservicio sobre redes ópticas basadas preferentemente en Ethernet óptico GbE y 10GbE sobre sistemas WDM. Los proveedores puros de servicios, como MSN, Google o Yahoo!, cuentan con la gran ventaja de que no tener que proteger estas grandes inversiones.

Además, en los próximos años desaparecerá, poco a poco, la distinción entre telefonía fija y móvil, ya que ambas utilizarán salvo en la parte de acceso las mismas redes para ofrecer idénticos servicios. Esto incrementará enormemente la competencia entre operadoras, lo cual redundará probablemente en una bajada de precios y en una mejora de las prestaciones. En pocos años, el cliente acabará pagando una tarifa plana por todas sus comunicaciones, independientemente del tipo, horario y destino.

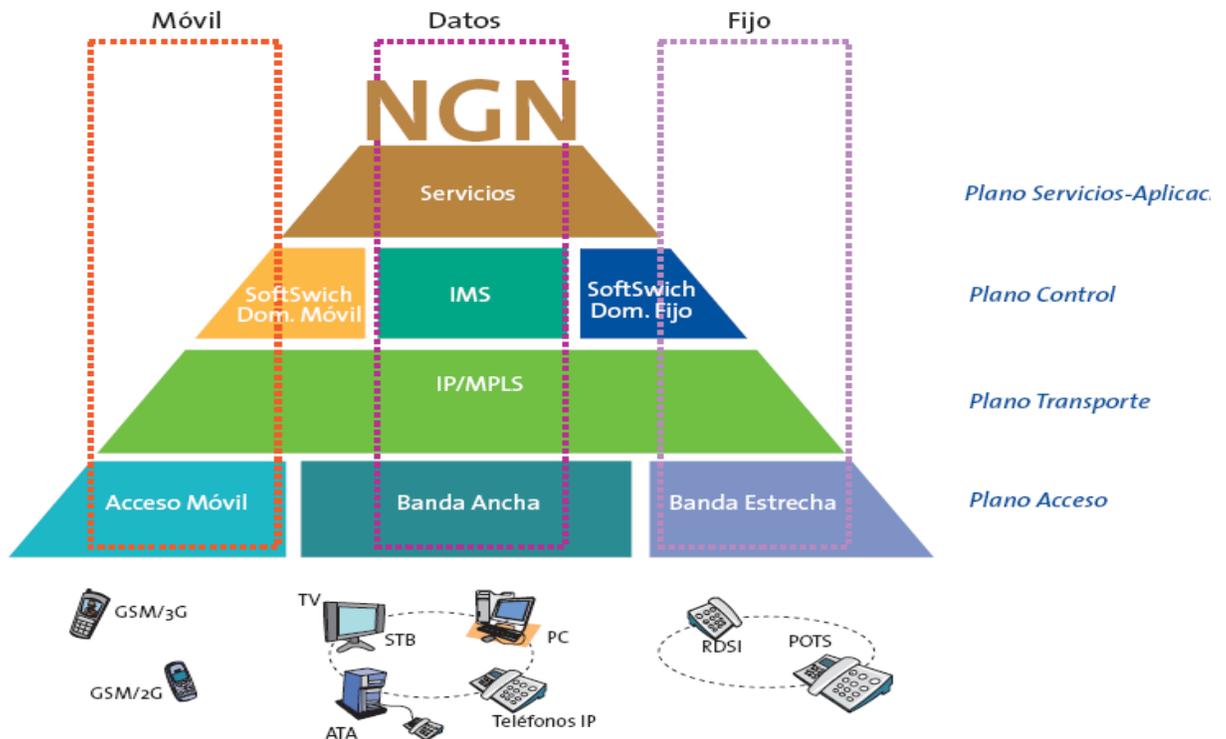
Finalmente, cabe destacar en este nuevo entorno competitivo que los terminales finales son cada vez más completos, pero a su vez más sencillos e intuitivos de utilizar. Llegará pues el

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

momento en que el cliente emplee un único terminal para comunicaciones personales y profesionales, sin preocuparse de cuál es la red de acceso. El teléfono móvil del futuro podrá utilizar redes inalámbricas de datos o de telefonía fija o celular según convenga al usuario.

Puesto que IMS reduce los costes de la creación de servicios y facilita su integración es una tecnología clave para que las operadoras de telecomunicación no se conviertan en meros “transportistas” y puedan fidelizar a sus clientes a través de paquetes de servicios totalmente personalizados. Además, con IMS el usuario es accesible por una única dirección, similar a la del correo electrónico, independientemente del dispositivo (teléfono móvil, teléfono fijo, PC, PDA, televisor, etc.) y tipo de red de acceso (UMTS, HSDPA, DSL, Wi-Max, etc.) que emplee en ese momento.

**FIGURA 21. IMS Integración Fijo - Celular**



Fuente: La próxima generación de redes, NGN, un trayecto hacia la convergencia, Francisco García Correa, Director de Redes IP. Telefónica de España

Como se puede observar en la figura anterior, IMS permitirá en un futuro muy próximo la integración del mundo fijo, celular y los datos en una sola plataforma. Esto dentro de la siguiente evolución de NGN.

**IMS (*IP Multimedia Subsystem*)** una arquitectura de referencia genérica para ofrecer servicios multimedia sobre infraestructura IP. Se trata de un estándar internacional aún en evolución, especificado originariamente en la Release 5 y 6 del 3GPP (Third Generation Partnership Project), en estrecha colaboración con el IETF, y que ha sido adoptado también por otros organismos de estandarización como 3GPP2 y ETSI.

El estándar soporta múltiples tipos de tecnologías de acceso, incluyendo: GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, DSL, HFC, Wi-Fi, Wi-Max, Bluetooth, etc. Es decir, el concepto actual de las comunicaciones telefónicas y por Internet dará un giro radical a medio plazo, gracias a esta nueva tecnología que permitirá pasar de un sistema a otro sin interrumpir la conexión, utilizar varios medios a la vez o compartirlos e intercambiarlos con varios usuarios.

#### **4.5.1 Características De IMS**

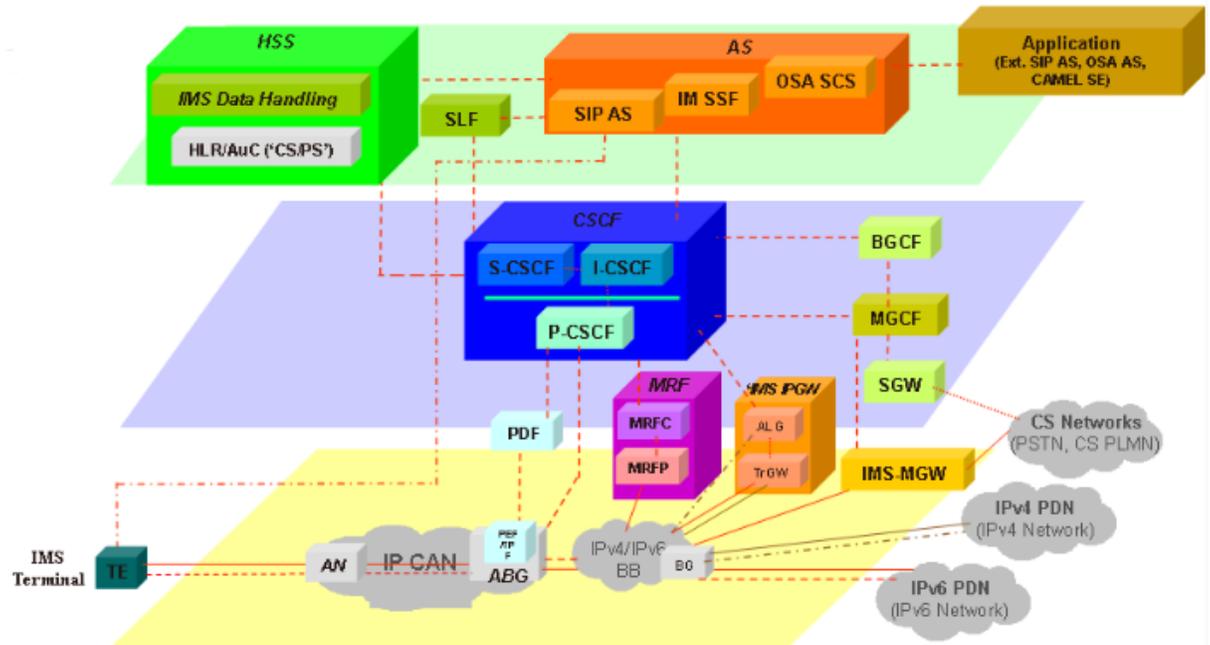
✚ El control de la sesión es realizado por el protocolo de control de llamada IMS basado en SIP y SDP. La señalización de IMS se realiza mediante el protocolo **SIP (*Session Initiation Protocol*)**, diseñado originariamente por el IETF para la gestión de sesiones multimedia en Internet. SIP aporta las funciones para el registro, establecimiento, modificación y finalización de las sesiones IMS entre dispositivos diversos. Puesto que no todos los dispositivos son capaces de soportar los mismos servicios, al establecer la sesión se negocian las características de ésta mediante el protocolo **SDP (*Session Description Protocol*)**, también diseñado por el IETF. Mediante SDP, los extremos de una sesión pueden indicar sus capacidades multimedia y definir el tipo de sesión que desean mantener. En este intercambio de señalización se negocia también la QoS, tanto durante el establecimiento como durante la sesión en curso. Por ello, y puesto que con

IMS es posible monitorizar en todo momento la calidad del servicio en términos de latencia, ancho de banda y seguridad, la QoS en IMS es mucho más dinámica que en las tradicionales redes de telecomunicación.

- ✚ El transporte de red es realizado mediante IPv6 en vez de IPv4. La razón es que la migración a IPv6 está siendo ya paulatinamente desplegado en Internet y existen ya muchas empresas e instituciones que ya lo emplean internamente. De este modo, el 3GPP prefirió dar compatibilidad hacia atrás en lugar de hacia delante y partir de la situación más avanzada técnicamente. Entre las ventajas de IPv6 cabe destacar la QoS y seguridad integradas, la autoconfiguración, un mayor espacio de direccionamiento, y que el tráfico en el plano de usuario se transfiere directamente entre terminales siguiendo el modelo P2P.
  
- ✚ La provisión de servicios multimedia es realizada por protocolos del IETF. Además de SIP/SDP e IPv6, IMS emplea otros protocolos estándar de Internet para la provisión de servicios multimedia, como: RTP (*Real Time Protocol*) y RTCP (*Real Time Control Protocol*) para el transporte de flujos IP multimedia en el plano de usuario, RSVP (*Resource Servation Protocol*) y DiffServ para asegurar la QoS extremo a extremo, etc.
  
- ✚ IMS no define las aplicaciones que pueden ser ofrecidas al usuario final, sino la infraestructura y capacidades del servicio que los operadores o proveedores de servicios pueden emplear para construir su propia oferta de servicios. El operador IMS puede elegir ofrecer los servicios de forma independiente, combinada o en multitud de variantes, pero todos ellos tendrán una infraestructura común, reduciendo su ciclo de desarrollo y reduciendo los costes de equipamiento y operación. Los servicios finales pueden ser los servicios tradicionales (las llamadas básicas de voz por conmutación de circuitos, el correo electrónico, la mensajería de texto, la mensajería multimedia, etc.) o bien servicios multimedia avanzados (la videoconferencia normal o adaptada para personas con algún tipo de discapacidad, la difusión de radio, la difusión de TV, el

vídeo bajo de demanda, la mensajería instantánea, el *chat* multimedia, los videojuegos en red interactivos, la localización o guiado, el PTT, etc.).

**FIGURA 22. IMS Arquitectura de IMS**



Fuente: IP Multimedia Subsystem. Convergencia total en IMS, Ramón Jesús Millán Tejedor, Publicado en Comunicaciones World n° 214, IDG Communications S.A, 2006

La arquitectura genérica de una red IMS está ilustrada en la Figura 22. La entidad funcional clave de IMS es el nodo **CSCF (Call State Control Function)**, que integra a tres subsistemas: P-CSCF (*Proxy CSCF*), S-CSCF (*Serving CSCF*), y I-CSCF (*Interrogating CSCF*); encargados, básicamente, de procesar y enrutar la señalización, controlar los recursos del subsistema de transporte, realizar el registro y autenticación de los usuarios, provisionar los servicios IMS mediante el desvío de la señalización a los servidores de aplicación en cuestión, y generar los registros de tarificación. IMS dispone también de una base de datos o **HSS (Home Subscriber System)** describiendo cada cliente, sus terminales y sus derechos de acceso a las distintas aplicaciones. Los nodos MGCF (*Media Gateway Control Function*) e IM-MGW (*IP Multimedia Gateway*) permiten el interfuncionamiento de IMS con las redes de conmutación de circuitos (RTB, RDSI, GSM, etc.),

implementando el plano de control y usuario, respectivamente. Finalmente, nos encontramos con los servidores de aplicación y las pasarelas con destino al plano de servicios, que son los que ofrecen aplicaciones a los usuarios

**4.5.2 Beneficios De IMS.** Las razones estratégicas para que las operadoras implanten IMS en sus redes son, básicamente: una significativa reducción de los costes de la red tanto en personal como en infraestructuras, favoreciendo la escalabilidad y amortización más rápida de su red; la rápida implantación y proliferación de nuevos servicios más adaptados al cliente, ayudando a su fidelización; y un considerable incremento de las ventas y flujos de caja procedentes de los mismos.

En la estructura de red tradicional cada servicio tiene implementaciones separadas de funcionalidades comunes (facturación, presencia, gestión de grupos y listas de contactos, encaminamiento, provisión, etc.), y la estructura está replicada a lo largo de toda la red. IMS proporciona una serie de funciones comunes que son genéricas en su estructura e implementación, y que pueden ser reutilizadas por todos los servicios de la red. Por ejemplo, el sistema de facturación IMS registra los datos relacionados con la sesión IMS, tales como los usuarios implicados, la duración, los componentes multimedia empleados y la QoS autorizada; y permite facturar cualquier tipo de servicio tanto en pospago como en prepago, según su duración, contenidos, volumen de datos, destino de la sesión o las diferentes combinaciones de los anteriores. Esto además facilita y acelera el proceso de creación y suministro de servicios, la reutilización de infraestructura de transporte de red y de servidores de aplicaciones, y minimiza el inmovilizado fijo y la necesidad de personal técnico en todas las áreas (provisión, operación y mantenimiento, facturación, etc.).

La posibilidad de ofrecer paquetes de servicios es muy importante para las operadoras de telecomunicación. Por ejemplo, la ventaja tradicional de las operadoras de cable frente a los antiguos ex-monopolios telefónicos, era la posibilidad de ofrecer una oferta integrada de telefonía, Internet y televisión. Ahora que la amenaza son los nuevos proveedores de servicios que son capaces de ofrecer aplicaciones gratuitas o a bajo coste sobre su

infraestructura de red. De esta forma, empresas como Skype pueden ofrecer VoIP de bajo coste a sus usuarios empleando una arquitectura P2P, sin tener que pagar al proveedor de acceso a Internet por ofrecer dicho servicio y sin tener que asumir el mantenimiento de ninguna infraestructura de red y siendo tan sólo necesario unos pocos servidores. No obstante, estas empresas no son capaces de ofrecer el catálogo de servicios que podría ofertar una operadora con IMS. Además, las operadoras podrán gracias a IMS ir entrando en el mundo de los servicios informáticos, permitiendo a sus clientes empresariales disfrutar de muchas de sus aplicaciones actuales bajo el modelo de pago por uso, sin tener que realizar constantes inversiones en hardware y software, ya que será más rentable y eficiente distribuir las en red.

Por estas razones, IMS se convertirá en la solución preferida para el negocio de las operadoras multimedia fijas, móviles y convergentes, permitiendo ofrecer servicios eficientes en términos de funcionalidad, precio y calidad, que les permitan hacer frente a los nuevos y agresivos proveedores de servicios de Internet y entrar en nuevas áreas de negocio.

¿Pero es IMS realmente útil para los usuarios?... La telefonía móvil e Internet han demostrado que los usuarios están cada vez más interesados en servicios de comunicación más allá de la voz, como demuestra el éxito de los SMS y de la mensajería instantánea, respectivamente. Pero los usuarios de telecomunicación actuales están cada vez más informados y son más exigentes, y se ha demostrado con iniciativas como los servicios 3G, que no siempre se cumplen las expectativas creadas por las operadoras y suministradores de infraestructura de telecomunicación. Para que los servicios multimedia tengan éxito, no basta con que sean útiles, también es necesario que sean sencillos de utilizar, baratos y accesibles en cualquier momento y lugar. Para los usuarios, los servicios basados en IMS permiten la comunicación persona a persona y persona a contenido en gran variedad de modos (incluyendo voz, texto, imágenes y vídeo, o una combinación de todas ellas) de una forma altamente personalizada y mucho más sencilla, porque el servicio es independiente del tipo de terminal o red de acceso que emplee en ese momento. Los usuarios se verán así

beneficiados por servicios más adaptados a sus necesidades y fáciles utilizar, precios más competitivos, única factura, y mayor sencillez en las gestiones de incidencias.”<sup>32</sup>

#### **4.6 PLAN TÉCNICO BÁSICO**

Son el conjunto de normas establecidas por el Ministerio de Comunicaciones, que determinan las características técnicas fundamentales de la RTPC. Hacen parte de los Planes Técnicos Básicos el plan de enrutamiento, el plan de numeración, el plan de señalización, el plan de sincronización y plan de tarificación.

**4.6.1 Plan Técnico Básico de Enrutamiento.** Para darle soporte a estos conceptos fundamentales, dentro de este marco teórico. Citamos las definiciones y normas establecidas en los “Planes Técnicos Básicos del Plan Nacional de Telecomunicaciones, adscritos al Ministerio de Comunicaciones, Dirección de Planeación Sectorial.”

“El Plan Técnico Básico de Enrutamiento permite a las empresas operadoras de redes de telecomunicaciones del país, seleccionar la ruta más adecuada para su tráfico, garantizando una conexión de calidad satisfactoria entre dos terminales.

Este plan está de conformidad con las recomendaciones internacionales establecidas por el CCITT y debe ser aplicado en todos los proyectos de telecomunicaciones.

Las redes existentes, las ampliaciones de los actuales operadores de servicios de telecomunicaciones y las redes nuevas que se instalen, deben cumplir en todo, con el presente Plan Técnico de Enrutamiento.

**4.6.2 Marco De Referencia.** El plan se enmarca dentro de la tendencia mundial de la globalización, la convergencia, competitividad y servicio universal, buscando una regulación que promueva la libre competencia bajo el concepto de equidad.

---

<sup>32</sup> <http://www.ramonmillan.com/tutorialeshtml/ims.htm>

**4.6.3 Normas Internacionales.** El Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, CCITT (Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony), para obtener un servicio de telecomunicaciones internacionales de calidad alta y que permita la interconexión entre dos terminales ubicadas en cualquier lugar del mundo, ha expedido una serie de Recomendaciones para tal fin, entre las cuales están:

- ✚ Recomendación E.170, Encaminamiento del Tráfico. “En el ANEXO A se presenta ésta recomendación por ser de gran interés y en cuyo contenido se soporta gran parte del análisis y desarrollo del plan técnico básico de enrutamiento.”
- ✚ Recomendación E.171, Plan de Encaminamiento Telefónico Internacional.
- ✚ Recomendación E.172, Encaminamiento de Llamadas con la RDSI
- ✚ Recomendación I.335, Principios de Encaminamiento en la RDSI
- ✚ Recomendación Q.1031, Interfuncionamiento con la RDSI/RTPC
- ✚ Recomendación Q.1032, Reglas Generales de Encaminamiento.”<sup>33</sup>

**4.6.4 Objeto Del Plan.** A diferencia de lo estipulado en el documento del ministerio de comunicaciones y el cual estamos tomando como referencia en este apartado del proyecto. El objeto del plan es analizar y establecer las diferentes alternativas de enrutamiento, considerando los nuevos enfoques que se están presentando con la llegada de las redes de nueva generación; para de esta forma recomendar y proponer los mejores principios que deben acoger los operadores de servicios de telecomunicaciones.

**4.6.5 Objetivos específicos del plan.**

- ✚ Garantizar el acceso irrestricto por parte de los usuarios a cualquier servicio de telecomunicaciones provisto por las NGN.

---

<sup>33</sup> Pg. 3, Planes Técnicos Básicos del Plan Nacional de Telecomunicaciones, adscritos al Ministerio de Comunicaciones, Dirección de Planeación Sectorial. Santafé de Bogotá, D.C. Agosto de 1993

- ✚ Promover el uso eficiente de la infraestructura de redes en el entorno convergente.
  
- ✚ Definir los servicios de enrutamiento, considerando la evolución hacia redes de nueva generación.
  
- ✚ Promover una competencia equitativa en el sector.

“En el ANEXO B se presenta el modelo del PLAN DE ENRUTAMIENTO que entregó el Ministerio de Comunicaciones en Agosto de 1993”

#### **4.7 CONCEPTOS Y DEFINIONES RELATIVAS AL ANALISIS DE ENRUTAMIENTO EN LAS NGN**

Independientemente del tipo de acceso y del terminal origen, la conexión de un abonado con otro se rige por ciertos principios de enrutamiento, siendo lo fundamental que la transmisión a través de la conexión establecida tenga una calidad aceptable para el usuario y un uso óptimo del recurso de red para el operador prestador de servicios de telecomunicaciones. El nacimiento de la convergencia de diferentes servicios por la misma red, la aparición de nuevos servicios, la progresiva entrada de accesos de última milla con diferentes tecnologías (RDSI, MPLS, XDSL, etc.), conllevan a redes de telecomunicaciones más complejas. En consecuencia, es necesario establecer en ésta nueva red convergente reglas de enrutamiento de tráfico a través de los distintos elementos que las componen.

**Tráfico telefónico originado:** Es todo tráfico generado desde la red de nueva generación NGN.

**Tráfico telefónico terminado:** Es todo tráfico terminado o finalizado en la red de nueva generación NGN.

**Tráfico telefónico saliente:** Es todo tráfico que es originado en una NGN, cuyo destino (determinado por el número marcado) no finaliza en la misma RED sino que debe ser enrutado hacia otra red NGN, una central PSTN, o una red privada (PBX) destino haciendo uso de una ruta directa o indirecta.

**Tráfico telefónico entrante:** Es todo tráfico que es originado en nuestra red NGN o fuera de ella y que termina en nuestra NGN.

**Ruta:** Conjunto de enlaces entre dos centrales o nodos de conmutación, que hace uso de la red de transporte, para el manejo de tráfico entre ellas, pueden ser centrales TDM o redes NGN y todas las posibles interconexiones entre ellas.

**Enrutamiento Directo:** Transmisión de datagramas IP entre dos equipos de la misma red física sin la intervención de compuertas, pasarelas o gateways. El emisor encapsula el datagrama en la trama de la red, efectuando la vinculación entre la dirección física y la dirección IP, y envía la trama resultante en forma directa al destinatario.

**Enrutamiento Alterno:** En este direccionamiento el equipo que origina o envía la información debe enviar todo el flujo de tráfico a un gateway o nodo intermedio. Dicho Gateway envía el flujo de paquetes hacia otras compuertas hasta alcanzar aquella que puede emitirlo en forma directa a la red destino. Los diferentes Gateways deben conocer las rutas hacia las diferentes redes externas, esto se maneja a partir de las Tablas de Enrutamiento, propias de cada equipo o dispositivo de red.

**Enrutamiento Dinámico:** Son algoritmos que permiten que los routers o switches de capas 3 y 4 publiquen, o anuncien, la existencia de la información de rutas en la red IP, necesaria para crear la tabla de enrutamiento. Dichos algoritmos también determinan el criterio de selección de la ruta que debe seguir el paquete.

Los objetivos del protocolo de enrutamiento consisten en proporcionar al operador la posibilidad de seleccionar la ruta idónea en la red, reaccionar con rapidez a los cambios de la misma y realizar dichas tareas de la manera más sencilla y con la menor sobrecarga en los dispositivos.

Los protocolos de enrutamiento dinámico son usados por los enrutadores para descubrir automáticamente nuevas rutas permitiendo a los administradores dejar que la red se regule de una forma automática, pero al precio de un mayor consumo de ancho de banda y potencia del procesador en tareas de adquisición y mantenimiento de información de enrutamiento.

**Enrutamiento Estático:** Ruta que se ha configurado e introducido explícitamente en la tabla de enrutamiento, las rutas estáticas tienen prioridad sobre las rutas elegidas por los protocolos de enrutamiento dinámico.

**Enrutamiento IP:** En términos generales, el enrutamiento es el proceso de reenviar paquetes entre dos redes conectadas. En cuanto a las redes basadas en TCP/IP, el enrutamiento forma parte del Protocolo Internet (IP) y se utiliza junto con otros servicios de protocolo de red para proporcionar capacidades de reenvío entre hosts que se encuentran en segmentos de red diferentes.

IP es la "oficina de correos" del protocolo TCP/IP, donde se ordenan y entregan los datos IP. Cada paquete entrante o saliente se denomina datagrama IP. Un datagrama IP contiene dos direcciones IP: la dirección de origen del host que realiza el envío y la dirección de destino del host receptor. A diferencia de las direcciones de hardware, las direcciones IP de un datagrama siguen siendo las mismas durante su transmisión a través de una red TCP/IP.

**Calidad de servicio:** “La disponibilidad de una política de calidad de servicio para un Operador de Red es una necesidad imperante que debe ser abordada con un enfoque global para el conjunto de los recursos de red de dicho operador. Sólo así podrá asegurarse un modelo de negocio basado en la diferenciación de niveles de servicio y clientes, que permita dar respuesta a las demandas de los potenciales clientes y que trate, finalmente, de

forma adecuada las siempre previsibles e inevitables situaciones de congestión de los recursos de red. La realización práctica de la política de calidad dependerá de la estrategia de cada operador en particular (soluciones basadas en redes independientes, reserva de recursos a nivel físico, comparación de recursos con tratamiento diferencial, etc.). No obstante, en entornos NGN, en los que la convergencia es en sí misma un fin, la disponibilidad de soluciones que aseguren la calidad de servicio en la red es, a todas luces, un requisito básico del diseño.

En la actualidad existen varias alternativas que intentan abordar el problema de la calidad de servicio en redes IP. De entre todas las posibles alternativas, parecen tomar fuerza las soluciones basadas en el estándar del IETF DiffServ (*Differentiated Services* RFC2474, RFC2475 y otros). De cualquier forma, cualquier solución deberá incluir, como mínimo, las siguientes funciones básicas:

Dispondrá de jerarquización del tráfico. Se integrarán las funciones de agregación y clasificación de flujos en distintas clases de tráfico y la marcación de prioridades.

Dispondrá de un control del tráfico inyectado en la red. Se incluirán las funciones de monitorización y control del tráfico en la interfaz de cliente. Además, tanto el conformado del tráfico que aparece en ráfagas Integración de infraestructuras mediante NGN<sup>34</sup>

**Grado de servicio:** El grado de servicio puede medirse como la reacción al flujo de tráfico ofrecido en condiciones normales, es decir, en ausencia de averías en la red y en el equipo de conmutación.

El grado de servicio en condiciones normales, depende de varios factores:

- ✚ El esquema de enrutamiento de la red.
- ✚ La probabilidad de bloqueo del equipo de conmutación y de la red de enlaces. En este caso aplicaría para los elementos de la capa de transporte o core de la estructura NGN.

---

<sup>34</sup> Integración de Infraestructuras Mediante NGN  
[http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion\\_NGN.pdf](http://www.imaginar.org/ngn/manuales/Integracion_NGN.pdf) pg 13

- ✚ El método utilizado para medir el tráfico y así poder dimensionar la red de enlaces IP y troncales TDM. Es muy importante que desde el lado del softswitch y los dispositivos de transporte se puedan implementar mediciones de tráfico.
  
- ✚ Al dimensionar la red y el equipo de conmutación se utilizan criterios relativos al grado de servicio, para proporcionar al usuario un cierto nivel de calidad del servicio.
  
- ✚ Una red jerárquica con enrutamiento alternativo se dimensiona con base en una probabilidad de bloqueo en la elección final de los grupos de enlaces.
  
- ✚ El grado de servicio de un nodo de conmutación se expresa mediante el bloqueo interno y los retardos ocurridos dentro del sistema. Para el caso de NGN entran en juego además de los retardos en el transporte de los paquetes, la pérdida de los mismos. Por esto se hace fundamental el análisis de lo que podrían ser las políticas y protocolos de enrutamiento en el entorno NGN. Es así como en el modelo teórico pretendemos abordar este análisis a partir de los diferentes escenarios (casos de uso) de aplicación, donde está presente NGN.

#### **4.8 MPLS (MULTI-PROTOCOL LABEL SWITCHING) – CONMUTACIÓN POR ETIQUETAS MULTIPROTOCOLO**

MPLS tiene sus orígenes en el entorno de las redes ATM, aunque ha ido evolucionando poco a poco tratando de dar respuesta a los problemas inherentes a las redes IP que predominan actualmente, como, por ejemplo, la velocidad de conmutación y convergencia de los equipos de red.

Citamos la siguiente definición presentada en la carpeta técnica, del comité consultivo permanente y normalización de telecomunicaciones de la Organización de los Estados Americanos.

“La MPLS (IETF RFC 3031) (Norma propuesta) es una manera simple de reenviar información a través de redes instalando y luego examinando marcas ID cortas de longitud fija, denominadas etiquetas, en los paquetes. Usando etiquetas para reenviar información, la MPLS usualmente no usa un encabezamiento IP de paquete, a menos que esté entrando en la MPLS o saliendo. Para el tren IP que pasa a través de una red MPLS, toda la red parece un solo salto—la MPLS en efecto establece un túnel a través de la red, en donde la ruta es preplaneada y atravesada mecánicamente.

La MPLS puede usarse para crear trayectos por los cuales parámetros de la QoS tales como el retardo, la pérdida y la fluctuación han sido 'puestos a punto' y el trayecto de la MPLS puede garantizar dichos parámetros QoS exactamente como en un circuito virtual ATM proyectado para el tráfico.

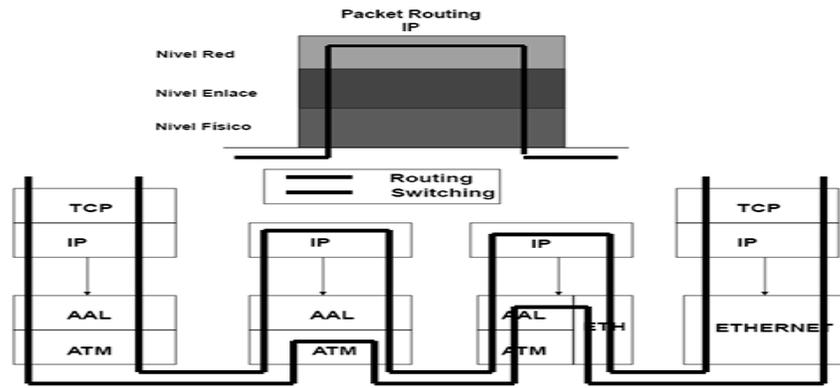
La MPLS puede usarse en conjunto con los Diff-Serv para proporcionar trayectos proyectados para el tráfico de servicios críticos. Los Diff-Serv siguen proporcionando la arquitectura QoS general de extremo a extremo. La ventaja de su uso consiste en su simplicidad. En una red de funcionamiento normal, los Diff-Serv proporcionan un comportamiento QoS uniforme en toda la red, pero no ofrecen garantías, o sea que proporcionan una buena QoS la mayor parte del tiempo, pero sin ninguna garantía. En cambio, la MPLS puede usarse para proyectar ciertos trayectos de modo de obtener garantías explícitas, similares a las que pueden conseguirse en redes ATM o con cualquier tipo de tecnología de redes "dirigida a la conexión".

En el UIT-T, el IETF y en otros foros se está trabajando para formular y definir normas para el rendimiento y calidad del servicio (QoS) de las redes de próxima generación (NGN). Esas normas nuevas y perfeccionadas son importantes para que las NGN puedan trabajar con una gran variedad de servicios en evolución de QoS habilitada (de banda ancha y estrecha), entre los que se cuentan los de voz por IP (Voice over IP = VoIP) así como los servicios de multimedios con diversas combinaciones de voz, video y datos.”<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Carpeta técnica-1 rev. -5 (2006), redes de próxima generación visión general de normas comité consultivo permanente, organización de los estados americanos comisión interamericana de telecomunicaciones. Pg 43

FIGURA 23. Función Routing y Switching de MPLS

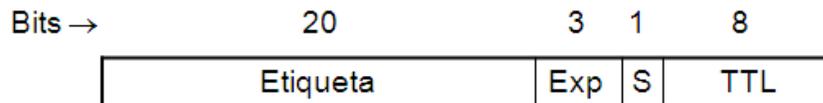


Fuente: Cisco System

Como se observa en la figura 23. MPLS sube hasta mitad de la capa 3 del modelo OSI, básicamente es para poder transportar protocolos de capa 3 en la capa 2, a partir de los label o etiquetas, favoreciendo los tiempos de convergencia y tráfico de la información (rutas, paquetes, etc) en la capa de transporte de NGN.

FIGURA 24. Estructura de la trama MPLS

### Formato de la etiqueta MPLS

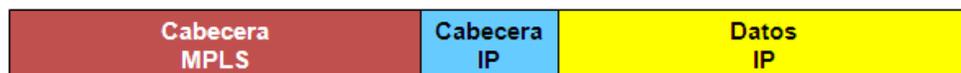


**Etiqueta:** La etiqueta propiamente dicha que identifica una FEC -Forwarding Equivalence Class (con significado local)

**Exp:** Bits para uso experimental; una propuesta es transmitir en ellos información de DiffServ

**S:** Vale 1 para la primera entrada en la pila (la más antigua), cero para el resto

**TTL:** Contador del número de saltos. Este campo reemplaza al TTL de la cabecera IP durante el viaje del datagrama por la red MPLS.



Fuente:

#### 4.8.1 APLICACIONES DE MPLS:

- ✚ Los servicios de Red Privada Virtual (VPN), tanto de nivel 2 como de nivel 3.
  
- ✚ Los servicios de transporte transparente para redes tradicionales como TDM (*Time Division Multiplexing*), FR (Frame Relay) y ATM.
  
- ✚ El soporte a ingeniería de tráfico para las redes IP. Muy importante para priorizar el tráfico de tiempo real.
  
- ✚ El soporte de fiabilidad para los servicios de cliente final.
  
- ✚ La posibilidad de tener la Ingeniería de tráfico, poder redistribuir el tráfico por diferentes opciones de rutas (puertos de salida).

#### 4.8.2 Metodos Para Selección de Ruta en MPLS

- ✚ **Vanilla LDP (Hop-by-Hop):** Vanilla LDP construye el grafo usando las tablas de enrutamiento IP para encaminar salto por salto los mensajes de control. Una Vanilla LSP es realmente parte de un árbol desde cada origen a ese destino (unidireccional).
  
- ✚ **ER-LSP (Explicitly Route):** En este caso en el nodo origen se establece previamente el camino por el cual van a transitar los paquetes entre el nodo origen y el nodo destino.
  
- ✚ **CR-LDP (Constraints Routing)**
  
- ✚ **RSVP-TE**

### 4.9 TOPOLOGÍA EN TELECOMUNICACIONES

La topología de una red es el arreglo físico en el cual los dispositivos de red (nodos de conmutación, dispositivos de transporte TDM e IP, servidores, switches, routers, gateways, etc.) se interconectan entre sí sobre un medio de comunicación. Existen varias topologías

de red básicas (bus, estrella, anillo y malla), pero también existen redes híbridas que combinan una o más topologías en una misma red.

**4.9.1 Topología de Estrella.** En una topología de estrella, las centrales, servidores, gateways, etc. Se conectan a un dispositivo central (Nodo, Switch, Router). Cada elemento de la red se conecta con su propio cable a un puerto del nodo central.

Debido a que la topología estrella utiliza un cable de conexión para cada elemento o dispositivo, es muy fácil de expandir, sólo dependerá del número de puertos disponibles en el switch. La desventaja de esta topología es la centralización de la comunicación, ya que si el elemento central falla, toda la red se cae.

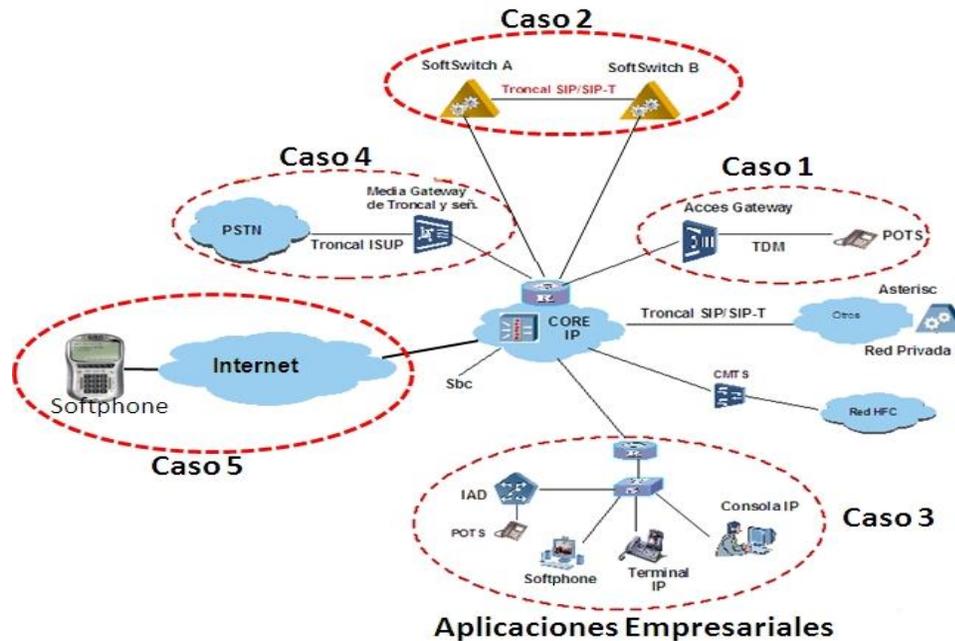
**4.9.2 Topología de Anillo.** Una topología de anillo conecta los dispositivos de red uno tras otro sobre el cable, similar a un círculo físico. La topología de anillo mueve información sobre el cable en una dirección y es considerada como una topología activa. Los elementos o nodos de la red retransmiten los paquetes que reciben y los envían al siguiente nodo en la red.

**4.9.3 Topología de malla.** La topología de malla utiliza conexiones redundantes entre los dispositivos de la red así como una estrategia de tolerancia a fallas. Cada dispositivo en la red está conectado a todos los demás (todos conectados con todos). Este tipo de tecnología requiere mucho recurso (cuando se utiliza el cable como medio, pero puede ser inalámbrico también). Debido a la redundancia, la red puede seguir operando si una conexión se rompe.

Las redes de malla, obviamente son más difíciles y caras para instalar que las otras topologías de red debido al gran número de conexiones requeridas. Pero a su vez facilitan considerablemente la implementación de políticas de enrutamiento como la posibilidad de rutas alternas o desbordes en caso de fallas con las rutas directas.

#### 4.9.4 Topología Y Arquitectura De La Red Modelo Para El Análisis De Enrutamiento En Diferentes Escenarios, Bajo El Enfoque NGN.

FIGURA 25. Esquema de Red propuesto para el análisis de enrutamiento en el entorno NGN



Fuente: Propia

#### 4.10 PLAN DE ENRUTAMIENTO EN EL ENTORNO NGN

En la figura anterior se observa una representación muy aproximada de una red NGN actual, donde podemos observar lo siguiente:

- ✚ Topología en Estrella extendida: Para dar robustez y seguridad se implementa por lo general un arreglo de dispositivos de capa 3, formando un anillo y balanceando la carga de los diferentes gateways.
- ✚ Principio de Convergencia en el core IP
- ✚ 5 grandes dominios de análisis, los cuales serán estudiados individualmente en el modelo teórico bajo los principios del plan técnico básicos de enrutamiento.
- ✚ Estructura de enrutamiento jerárquico, por capas

**4.10.1 Principios y Criterios de Enrutamiento.** Bajo la perspectiva de la normatividad, se nombran algunos principios de la UIT “Consideramos que, en lo que respecta a la evolución de las redes de la próxima generación, los reguladores deben analizar detenidamente y definir, llegado el caso, políticas innovadoras a corto plazo (en lo que atañe, por ejemplo, a la coexistencia con las redes RTPC/IP, los servicios VoIP y la triple oferta) y a largo plazo (con un entorno NGN más completo) examinar los asuntos siguientes:

La comparación entre los enfoques fijos, móviles y de radiodifusión aplicables al despliegue y desarrollo convergente de las NGN, en particular en lo que respecta al acceso, la interconexión, la calidad de servicio, la seguridad y las tarifas; las cuestiones que tienen que ver con los aspectos de crecimiento y desarrollo de las tecnologías de acceso y las tecnologías básicas; la coexistencia de redes tradicionales, híbridas y NGN, el interés de los consumidores; la naturaleza cambiante de la relación entre las redes, los servicios y las aplicaciones (incluido el contenido); los nuevos servicios emergentes y los problemas afines que plantean el mantenimiento de la competencia, así como la capacidad para ofrecer servicios innovadores de extremo a extremo a través de NGN competitivas; la interdependencia entre las NGN e Internet; la función de las NGN como motor de la convergencia; las cuestiones relativas a la normalización, la interconexión y la compatibilidad; el mantenimiento de la calidad de servicio a niveles aceptables; el mantenimiento del acceso universal a través de las NGN y el acceso en banda ancha; la forma en que los servicios NGN pueden contribuir a mejorar el servicio prestado a los usuarios con necesidades especiales.

Recomendamos a los reguladores que inicien consultas y campañas de información sobre las NGN a través de diversos procesos reglamentarios e iniciativas, lo que incluye una estrecha colaboración con la industria, y que se considere la posibilidad de adoptar medidas de auto reglamentación y correglamentación en el marco de tales procedimientos.

Recomendamos que en el diálogo se contemple toda la gama de cuestiones vinculadas a las NGN tales como las obligaciones de acceso ex ante a las NGN, la interconexión IP, la

competencia, una serie de cuestiones relacionadas con el consumidor (tales como la privacidad), los servicios de telecomunicaciones en situaciones de emergencia, la accesibilidad para los usuarios con discapacidades, la calidad del servicio, los asuntos de supervisión y de cumplimiento en el plano de la interceptación legal, la autorización, la numeración y las consecuencias para el servicio universal de los servicios basados en IP, especialmente la transmisión de voz.

Con objeto de proteger al consumidor, alentamos a los reguladores a considerar la posibilidad de aplicar la reglamentación simétrica a todos los operadores y proveedores de servicios telefónicos, en especial en ámbitos tales como la interoperabilidad, la interconexión, la calidad de servicio, la numeración, la portabilidad, la seguridad e integridad de la red, la información y la protección al consumidor.

Competencia: A fin de crear una regulación propicia para la transición hacia un entorno NGN, alentamos a los reguladores a analizar las cuestiones de acuerdo con las condiciones específicas del mercado, en particular la mejor forma de fomentar un entorno competitivo, y los obstáculos que es necesario superar para mantener un régimen de competencia entre los operadores tradicionales y los nuevos/alternativos.”<sup>36</sup>

## **4.11 CONVERGENCIA DE SERVICIOS**

**4.11.1 Servicios NGN.** Una de las grandes bondades de la arquitectura de las redes de nueva generación es sin lugar a dudas, la separación de las funciones de transporte y servicios, lo cual permite que se desarrollen servicios independientemente de las consideraciones de transporte y conectividad. Este entorno ofrece a los proveedores de servicios, a terceras partes desarrolladoras y clientes avanzados, la posibilidad de crear e introducir aplicaciones de forma rápida y transparente.

En este escenario las plataformas de soporte de servicios utilizan IP como protocolo base, ofreciendo diversas alternativas a los usuarios como:

---

<sup>36</sup> <http://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/GSR/GSR07/consultation-es.html>

- ✚ Servicios de voz que incluyen mensajería unificada y telefonía.
- ✚ Servicios de datos (correo electrónico, Web, intercambio de archivos y otros).
- ✚ Servicios de video (televisión, video en demanda (VOD)).
- ✚ Combinación de los servicios anteriores (juegos interactivos, videotelefonía y otros).

#### **4.12 PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN MÁS DIFUNDIDOS DE LA RED NGN**

Bueno realmente los protocolos que mencionaremos a continuación, aplican para las redes basadas en la conmutación de paquetes y aplicaciones multimedia en general. Las redes de nueva generación son un modelo perfecto para la aplicación y operación de dicho protocolos. Por lo tanto nos centraremos solo en aquellos que mejor se adaptan a las redes NGN y que para nuestro tema de estudio se hace fundamental mencionarlos.

Las definiciones y conceptos fueron extraídos del documento “Carpeta Técnica - Redes de Próxima Generación - Visión General de Normas” del comité consultivo permanente en la normalización de telecomunicaciones de la Organización de Estados Americanos.

De acuerdo a nuestra poca experiencia y el contacto que hemos tenido con estos protocolos de señalización, nos parece que la fundamentación teórica del documento es concreta y sencilla de comprender.

**4.12.1 H.323.** “En la Recomendación H.323 del UIT-T (Sistemas de comunicación multimedios basados en paquetes) [4], se trata sobre la manera en que los teléfonos PC o los teléfonos existentes pueden conectarse mediante adaptadores a redes de paquetes e interfundar con redes telefónicas públicas conmutadas a través de pasarelas. La H.323 forma parte de una serie mayor de normas que facilitan las videoconferencias a través de una variedad de redes. Conocida como H.32X, dicha serie incluye la H.320 para la RDSI de banda estrecha (RDSI-BE), La H.321 para la RDSI de banda ancha (RDSI-BA) y la H.324 para la red telefónica general conmutada (RTGC).

Las comunicaciones conforme a la H.323 son una combinación de señales de audio, video, datos y control. La H.323 incluye lo siguiente:

- ✚ H.245 para el control.
- ✚ H.225.0 para el establecimiento de conexiones.
- ✚ H.332 para grandes conferencias.
- ✚ H.450.1, H450.2 y H.450.3 para servicios suplementarios.
- ✚ H.235 para la seguridad.
- ✚ H.246 para el interfuncionamiento con servicios conmutados.

Las capacidades de audio, el transporte de medios RTP/RTCP, el establecimiento de llamadas, la inscripción, control de admisión y situación (RAS), y la señalización H.245 son componentes requeridos; las demás capacidades, incluido el video y los datos, son optativas.

La H.323 es un conjunto de normas relativamente maduras. La primera versión fue aprobada en 1996 por el Grupo de Estudio 16 del UIT-T. La versión 2 se aprobó en enero de 1998, y la 3 en septiembre de 1999. El SG 16 aprobó la versión 4 en noviembre de 2000, la versión 5 en julio de 2003 y la versión 6 en junio de 2006. La Guía del Implementador para el documento de sistemas del H.323 incluye una compilación de reportados defectos identificados en las versiones de la Recomendación H.323 del UIT-T y sus Recomendaciones actualmente vigentes.

Una de las ventajas de usar un protocolo más maduro como el H.323 es que ya se han hecho muchas pruebas de interfuncionamiento, con lo que se ha obtenido el interfuncionamiento de equipos de diferentes proveedores. Desde octubre de 1996, el Consorcio Internacional de Teleconferencias por Multimedia (IMTC) lleva a cabo todos

los años varios eventos de interfuncionamiento H.323. En dichos eventos para proveedores solamente se permite a los realizadores efectuar pruebas de a pares con otros proveedores, lo cual da como resultado el interfuncionamiento entre los productos de diferentes proveedores, permitiendo además corregir incongruencias de la norma. Más de 50 proveedores han participado en dichos eventos. Una de las mayores ventajas de la H.323 es su madurez y el alto grado de interfuncionamiento de los equipos de diversos proveedores.

**4.12.2 SIP.** El protocolo de iniciación de sesiones (SIP) [3], creado por el grupo de trabajo de control de sesiones de medios y partes múltiples (MMUSIC) del IETF, y especificado actualmente como norma propuesta (RFC 3261), está fundamentado en una arquitectura simple textual de respuesta a pedidos, similar a otros protocolos Internet tales como el HTTP. La norma propuesta se publicó en junio de 2002. El trabajo relativo al SIP atrajo suficiente atención como para crear un grupo de trabajo del SIP por separado para continuar su perfeccionamiento. Desde su publicación, se ha reconocido que el SIP requiere extensiones para ofrecer aplicaciones telefónicas con la calidad de las comunicaciones públicas y el grupo de trabajo del SIP está considerando propuestas para lograr esto. Dichas propuestas suman una nueva funcionalidad al protocolo SIP básico, tal como el uso de MCU para conferencias de partes múltiples; la funcionalidad de la transferencia de llamadas, respuestas provisionales confiables (“llamada en curso”) y abertura del paso en los medios para una llamada previa.

El protocolo de descripción de sesiones (*Session Description Protocol = SDP*) (norma propuesta) se usa en el SIP para comunicar parámetros de la sesión, tales como la codificación de medios. El grupo MMUSIC está trabajando para mejorar la funcionalidad del SDP.

El SIP es un protocolo de control de la señalización entre pares para crear, modificar y finalizar sesiones (p. ej., conferencias, llamadas telefónicas y distribución de multimedios) con uno o más participantes. Entre dichas sesiones se cuentan conferencias por multimedios en la Internet, llamadas telefónicas por ésta y distribución de multimedios. Los miembros

de una sesión pueden comunicarse vía multidistribución o vía una malla de relaciones unidifusión, o mediante una combinación de éstas. Las invitaciones SIP usadas para crear sesiones portan descripciones de la sesión, que permiten a los participantes convenir en un conjunto de tipos de medios compatibles. El SIP permite la movilidad de los usuarios, representando y redirigiendo los pedidos a la ubicación en ese momento del usuario. Los usuarios pueden registrar su ubicación vigente. El SIP no está ligado a ningún protocolo determinado de control de conferencias. Está diseñado para ser independiente del protocolo de transporte de capa inferior, y puede extenderse con capacidades adicionales.

La RFC 3261 abarca la funcionalidad básica, y hay varios borradores de Internet conexos que cubren los servicios. El SIP está cobrando un rápido impulso en la industria, a nivel de sistema y de dispositivo.

**Funcionamiento del SIP:** Las personas llamantes y las llamadas se identifican mediante direcciones SIP. Los “objetos” direccionados por el SIP son usuarios en anfitriones, identificados por una URL SIP, lo cual adquiere una forma similar a una URL “mailto” o “telnet”, o sea, usuario@anfitrión. La parte usuario es el nombre del usuario o un número telefónico. La parte anfitrión es el nombre de un dominio o una dirección numérica de red.

Al hacer una llamada SIP, el llamante primero halla el servidor apropiado (A) y luego envía un pedido SIP (B). La operación SIP más común es la invitación (C). En vez de llegar directamente a la persona que se llama, un pedido SIP puede ser redirigido o puede causar una cadena de nuevos pedidos SIP mediante apoderados o representantes (D). Los usuarios pueden inscribir sus ubicaciones con servidores SIP (E).

A. Para hallar un servidor SIP

Cuando un cliente desea enviar un pedido, lo envía a un servidor alterno SIP configurado localmente (como en HTTP), o a la dirección SIP y puerto correspondiente al “Request-URL”.

**B. Pedido SIP**

Una vez que la parte anfitrión se ha resuelto en un servidor SIP, el cliente envía uno o más pedidos SIP a ese servidor, y recibe una o más respuestas del mismo. Un pedido (y sus retransmisiones), junto con las respuestas provocadas por dicho pedido, componen una transacción SIP. Todas las respuestas a un pedido contienen los mismos valores en los campos Call-ID (ID llamada), CSeq, to (a) y from (de). Eso permite equiparar las respuestas a los pedidos. El pedido ACK (acuse de recibo) después de una INVITE (invitación) no forma parte de la transacción, ya que puede atravesar una serie diferente de anfitriones.

**C. Invitación SIP**

Una invitación SIP lograda consiste en dos pedidos, INVITE (invitación) seguida por ACK. El pedido INVITE solicita a la persona llamada que participe en una conferencia determinada o que establezca una conversación entre dos partes. Una vez que la persona llamada ha convenido en participar en la llamada, el llamante confirma que ha recibido esa respuesta enviando un pedido ACK. Si el llamante ya no desea participar en la llamada, envía un pedido BYE (adiós) en vez de un ACK.

**D. Localización de un usuario**

Una persona llamada puede, dentro de un cierto período, desplazarse entre varios sistemas extremos diferentes. Dichas ubicaciones pueden inscribirse dinámicamente en el servidor SIP. Un servidor de ubicación puede usar un protocolo multidistribución para determinar activamente adónde puede alcanzarse un usuario. Si un servidor apoderado retransmite un pedido SIP, dicho servidor debe añadirse al comienzo de la lista de retransmisores indicada en el encabezamiento. La opción RegistroRuta hace que las contestaciones sigan el mismo trayecto de vuelta, asegurando un funcionamiento correcto a través de cortafuegos con las características debidas y evitando bucles de pedidos.

#### E. Registro

Un cliente usa el método REGISTER (registro) para registrar o inscribir la dirección indicada en el campo de encabezamiento To con un servidor SIP. Un agente usuario puede registrarse con un servidor local al comienzo, enviando un pedido REGISTER a la dirección bien conocida "sip.mcast.net" (224.0.1.75) de "todos los servidores SIP" de multidistribución, dependiendo de lo que se haya ejecutado en la red. Los agentes usuarios SIP pueden oír esa dirección y usarla para estar al tanto de la ubicación de otros usuarios locales; sin embargo, no responden al pedido. Un agente usuario PODRÍA también estar configurado con la dirección de un servidor registro al cual envía un pedido REGISTER al comenzar la transmisión.

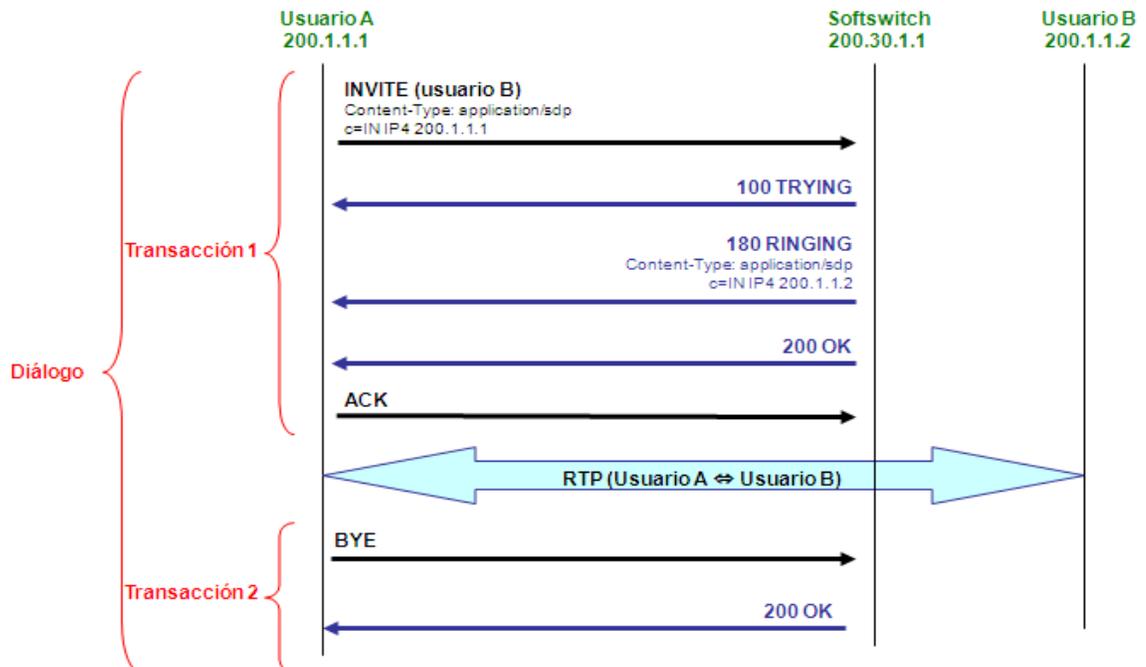
#### **Establecimiento de una llamada en SIP**

La fase completa de una llamada de VoIP en SIP requiere mínimo 2 transacciones, una para el establecimiento y otra para la finalización. Una transacción se compone de un método (INVITE, OPTIONS, ACK, BYE, CANCEL, REGISTER, PRACK, SUBSCRIBE, NOTIFY, REFER, INFO, UPDATE, MESSAGE) y sus respectivas respuestas (1XX, 2XX, 3XX, 4XX, 5XX, 6XX).

Todos los métodos exigen una respuesta final (2XX, 3XX, 4XX, 5XX ó 6XX). A una respuesta de información 1XX seguirá siempre por una respuesta final. El método ACK es el único mensaje que no requiere respuesta porque se usa para confirmar respuestas finales a un INVITE. Es decir, si un usuario envía un INVITE, cuando éste es respondido mediante un mensaje final, dicho usuario responderá o "agradecerá" esa respuesta mediante un ACK.

Un diálogo es un conjunto de transacciones (todos los mensajes de una misma llamada conforman un diálogo). Una llamada en la cual se activan servicios suplementarios es generalmente un diálogo con varias transacciones (más de dos).

**FIGURA 26. Diagrama de estados para el establecimiento de una llamada SIP**



Fuente: Propia

**4.12.3 SIP-T.** Se ha encargado al grupo de trabajo de investigación del proyecto de protocolo de iniciación de sesiones (Session Initiation Protocol Project INvestiGation = SIPPING) del IETF documentar el uso del SIP (protocolo de iniciación de sesiones) para varias aplicaciones relativas a la telefonía y medios múltiples, y formular los requisitos para las extensiones del SIP que sean necesarias para tales aplicaciones. Una de esas extensiones es para trabajar con el control de llamadas/sesiones. El SIP-T (SIP-Telefonía), antes conocido como SIP-BCP-T (SIP Best Current Practice for Telephony interworking = mejores prácticas actuales SIP para el interfuncionamiento telefónico), es un mecanismo que usa el SIP para facilitar la interconexión de la RTPC con redes SIP. El SIP-T es más bien un convenio de interfaces sobre una serie de normas, que un protocolo separado. Los mensajes SIP-T portan otros sub-mensajes, tales como el mensaje de parte usuario RTPC completo para la información de señalización, y mensajes SDP (protocolo de descripción de sesiones) para comunicar información de conectividad de punto extremo y características del trayecto de medios.

Como en el caso del SIP, el SIP-T negocia directamente una conexión de medios entre pasarelas. La información de punto extremo es cursada en SDP, con lo que pueden describirse los puntos extremos IP y ATM. En el IETF todavía se sigue trabajando en el SIP-T. La RFC 3372 (la mejor práctica actual) proporciona una descripción de los usos de las pasarelas RTPC-SIP, emplea casos, e identifica mecanismos necesarios para el interfuncionamiento. . La RFC 3398 (norma propuesta) describe una manera para realizar la correspondencia entre el Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP) y la Parte Usuario ISDN (ISUP) del Sistema de Señalización No. 7 (SS7). Además, la RFC 3578 (norma propuesta) describe una manera para la correspondencia entre la señalización con superposición ISUP y el Protocolo de Iniciación de Sesión (SIP).

**4.12.4 MEGACO/H.248.** El Grupo de Trabajo Megaco (MEdia GAteway COntrol = control de pasarela de medios) del IETF y el Grupo de Estudio 16 del UIT-T colaboraron en la definición del protocolo Megaco/H.248. La tarea se originó en el grupo de trabajo Megaco del IETF, y la mayoría de las discusiones técnicas y ultimación de las cuestiones tuvieron lugar en ese entorno.

El Megaco/H.248 es un protocolo de control de pasarela con muchas aplicaciones. Puede usarse para una gran variedad de aplicaciones de pasarela trasladando trenes de información de redes IP RTPC, ATM, y otros sistemas. La norma emplea un modelo amo-esclavo en el que la terminal de origen y/o la pasarela son esclavas del controlador de pasarela de medios.

La RFC 3525 – Protocolo de Control de Pasarela Versión 1 reemplaza a la RFC 3015. La RFC 3525 incorpora el texto original de RFC 3015, modificado mediante correcciones y aclaraciones discutidas en la lista de correo electrónico de Megaco. La versión 2 de la H.248 fue finalizada en la reunión del SG 16 en febrero de 2002. La RFC 3525/H.248v2 contiene correcciones actualizadas al RFC 3015/H.248v1 que estaban en la guía de implementadores, además de otros cambios tales como la depreciación del descriptor del módem, aclaración del texto de auditoría, y adición de auditorías dirigidas; mejora de la recolección de dígitos; y adición de multiplexaje Nx64 al descriptor del múltiplex.

El H248 fue reenumerado cuando se revisó el 29-03-2002. El cuerpo principal del H.248, Anexos A a E y el Apéndice I se incluyeron en el H.248.1, “Protocolo de Control de Pasarela Versión 1”. Los anexos siguientes fueron numerados en consecuencia en las series, por ejemplo, H.248 Anexo F se volvió H.248.2.

El 22 de mayo de 2002, se aprobó el H.248.1, “Protocolo de Control de Pasarela Versión 1”. La Versión 2 incluye algunas mejoras a la Versión 1, tales como la auditoria individual de la propiedad, señal, evento y estadística; un mejor manejo de multiplexación; la topología para tren de bits; una mejor descripción de los perfiles; y la capacidad de modificar ServiceChange. Actualmente el último anexo incluido es H.248.45 (“Paquete de información MGC”) H.248.1 - “Protocolo de Control de Pasarela Versión 3”, aprobado en septiembre de 2005. La Versión 3 incluye varias mejoras, aclaraciones y correcciones.

**4.12.5 SIGTRAN (SIGnaling TRANsport = transmisión de señalización).** El mandato del grupo de trabajo Sigtran del IETF es crear protocolos relativos a la transmisión de la señalización de la RTPC basadas en de paquetes por redes IP, teniendo en cuenta los requisitos funcionales y de desempeño de tal señalización. Dichos protocolos son compatibles con las comunicaciones entre el controlador de pasarelas de medios y la pasarela de señalización.

El grupo de trabajo Sigtran ha especificado el SCTP (*Stream Control Transport Protocol* = protocolo de transporte de control de tren), RFC 2960 (norma propuesta) y varias capas de adaptación para la transmisión de SS7 por redes basadas en el IP. Algunas capas de adaptación son las siguientes:

- ✚ SS7 MTP2 – Capa de adaptación del usuario, RFC 3331 (norma propuesta), que transporta información de señalización del usuario entre el SG y el MGC;
- ✚ SS7 MTP3 – Capa de adaptación del usuario, RFC 3332 (norma propuesta), que transporta mensajes ISUP y SCCP entre el SG y el MGC.

- ✚ ISDN Q.921 – Capa de adaptación del usuario, RFC 4233 (norma propuesta), que define un protocolo para el retroceso de los mensajes del usuario de RDSI Q.921 sobre IP usando SCTP.
- ✚ V5.2 – Capa de aplicación del usuario (V5UA), RFC 3807 (norma propuesta), que define un mecanismo para el retroceso de los mensajes V5.2 sobre IP usando SCTP.

Todavía se está trabajando en el protocolo Sigtran. La RFC 2719 (informativo) proporciona el marco arquitectónico para la transmisión de la señalización, y en la RFC 3257 (informativo) se describe la aplicabilidad del protocolo de transmisión de control de tren. RFC 3868 (norma propuesta) define un protocolo para el transporte de cualquier parte usuario control de la conexión de señalización sobre el IP usando SCTP.

**4.12.6 Protocolo Internet versión 6 (IPv6).** El Protocolo Internet versión 6 (Ipv6), [6], inició la normalización como reemplazo de la actual versión IP 4 (Ipv4), descrita en la RFC 791, (Norma) debido al agotamiento del número limitado de direcciones Ipv4, ya previsto en la década de 1990. Hasta ahora, mediante diversas técnicas, tales como Classless Inter-Domain Routing (CIDR), Network Address Translation (NAT), y Multi Protocol Label switching (MPLS), se ha podido postergar ese agotamiento. El grupo de trabajo del IETF para la próxima generación de Internet (IPNG) creó el Ipv6 (RFC 2460) (Proyecto de norma).

El actual protocolo Internet Ipv4 trabaja con hasta 4.000 millones de direcciones con un espacio de direcciones de 32 bits. Si bien 4.000 millones es mucho más que el número actual estimado de 2.500 millones de direcciones en uso por varios cientos de millones de usuarios de la Internet, en la práctica el Ipv4 trabaja con un número mucho menor. Eso se debe a que las direcciones no se usan muy eficientemente. Son atribuidas en bloques regionales, y hay un exceso de oferta en ciertas regiones del mundo, mientras que otras (Asia, Europa y Latinoamérica) están próximas a quedarse sin direcciones. Al índice actual de eficiencia del 60%, las direcciones IP se acabarán en algún momento en el futuro. El formato de direcciones de 128 bits del Ipv6 admite

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

340.232.366.920.938.463.374.607.431.768.211.456 direcciones IP, cantidad suficiente para asignar una a cada grano de arena de la Tierra.

Además de una gama de direcciones de 128 bits, el conjunto de protocolo TCP-UDP/IPv6 ofrece otras características, tales como seguridad obligatoria y movilidad, facilidad de administración y funciones de autoconfiguración, QoS integral, y un encaminamiento más variable, así como mayor solidez, para mencionar unas pocas. Muchas de éstas han sido retroincorporadas en el Ipv4 con varias limitaciones y una menor funcionalidad.

*Los sistemas inalámbricos tendrán el mayor efecto en el IP; la 3G de próxima aparición utilizará mucho más el IP que las generaciones anteriores de radio celular. Hasta ahora, el IP se ha usado como un añadido a las redes celulares; en un futuro no muy lejano los sistemas celulares estarán orientados a los datos, ya que la voz será tratada como otra sesión IP en la red. La elaboración de nuevos protocolos de radio tales como el 802.11B (Ethernet inalámbrica) además de nuevas interfaces en serie alambradas como la IEEE.”<sup>37</sup>*

**TABLA 3 COMPARACIÓN DE LOS DIFERENTES ESTÁNDARES**

	H.323	SIP	H.248
<b>Organismo de estandarización</b>	ITU	IETF	IETF (MGCP/Megaco) ITU (H.248)
<b>Arquitectura</b>	Distribuida	Distribuida	Centralizado
<b>Versión actual</b>	H.323v5	RFC 2543	MGCP 1.0
<b>Responsable del control de llamada</b>	Gatekeeper	Servidor Proxy o servidor de desvío	Controlador de gateway
<b>Puntos finales</b>	Gateway, terminal	Agente de usuario	Media gateway
<b>Señalización</b>	TCP o UDP	TCP o UDP	TCP (H.248) o UDP (H.248 Ymgcp)
<b>Soporte multimedia</b>	Si	Si	Si
<b>DTMF-relay</b>	H.245(señalización) o RFC 2833 (datos)	NFO (señalización) o RFC 2833 (datos)	Señalización o RFC 2833
<b>Fax-relay</b>	T.38	T.38	T.38
<b>Servicios suplementarios</b>	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas	Proporcionados por los puntos finales o el responsable del control de llamadas	Proporcionados por el agente de llamadas

Fuente: <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/1093/5/T10902CAP2.pdf>

<sup>37</sup> Carpeta técnica-1 rev. -5 (2006), redes de próxima generación visión general de normas comité consultivo permanente, organización de los estados americanos comisión interamericana de telecomunicaciones. Pg 12

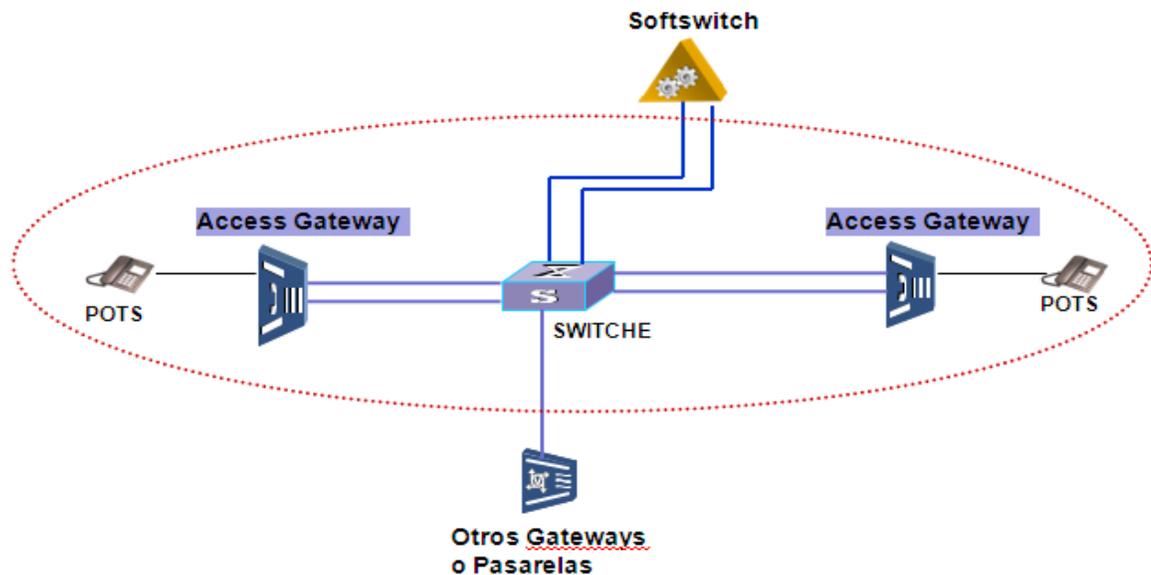
## 5 MÓDELO TEÓRICO

A continuación se presentaran varios casos de uso o casos de aplicación acorde como se está desarrollando en la práctica por parte de los operadores de red que están en proceso de migración hacia las redes de nueva generación.

### 5.1 CASO1 - DOMINIO GATEWAY DE ACCESO (Access gateway = AGW)

Aquí representamos el modelo de enrutamiento entre dos abonados POTS conectados a diferentes gateways de acceso, pero bajo el dominio de la misma red NGN, es decir, administrados por el mismo softswitch.

**FIGURA 27. Dominio Gateway de Acceso**



Fuente: Propia

En éste caso de aplicación se observa duplicidad de enlaces IP entre los Gateways de acceso o de abonados POTS y el Switch central que hace parte de la capa de transporte de la arquitectura NGN, de igual forma se observa duplicidad de UpLink's (troncales) o enlaces hacia el Softswitch que hace parte de la capa de control. De esta forma se cuenta con redundancia en el medio físico, y también actúa como ruta alterna para cursar tráfico

de voz. Sin embargo al tratarse de elementos de red de capa 2 (modelo OSI), no se cuenta con protocolos de enrutamientos donde se puedan definir reglas o políticas de enrutamiento y desborde. Es posible definir estrategias de balanceo de cargas por el número de troncales, se utilizan protocolos para permitir la redundancia a nivel de capa 2, como es el STP (Spanning Tree Protocol), en todas sus versiones. Vale la pena resaltar que dentro de las últimas versiones y/o mejoras sobre STP, hoy en día se está trabajando con el RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol). Definido por el estándar IEEE802.1D.

Existen muchas definiciones y teorías sobre éste protocolo, pero concretamente su función es la de evitar la presencia de bucles o loops en topologías de red, donde pudiesen existir enlaces redundantes, los cuales dependiendo de la topología y tráfico a cursar, se hacen necesarios, para garantizar la disponibilidad de las conexiones. Una de las bondades más significativas del STP es permite a los dispositivos de interconexión activar o desactivar automáticamente los enlaces de conexión, de forma que se garantice que la topología esté libre de bucles.

Debemos aclarar que las rutas alternativas son necesarias para proporcionar redundancia, ofreciendo una mayor fiabilidad. En caso de falla de uno de los enlaces, el otro enlace puede seguir soportando el tráfico de la red. Es decir, no solo se trata de la redundancia permanente, sino de la conmutación o switcheo automático en caso de falla de la red, prevaleciendo la continuidad de los servicios transportados.

Es de anotar entonces que prácticamente las políticas de desborde y redundancia son previamente configuradas en los equipos y/o dispositivos de capa 2, que en términos del modelo NGN, serían los dispositivos de la capa de transporte o el core de la NGN. Ver figura 27.

Los tiempos de convergencia del protocolo STP oscilan entre 30 y 60 segundos, lo cual es un factor demasiado crítico para los servicios en tiempo real, como lo es la voz, lo que podría representar pérdida de paquetes o caída total del tráfico. Por su parte los tiempos de

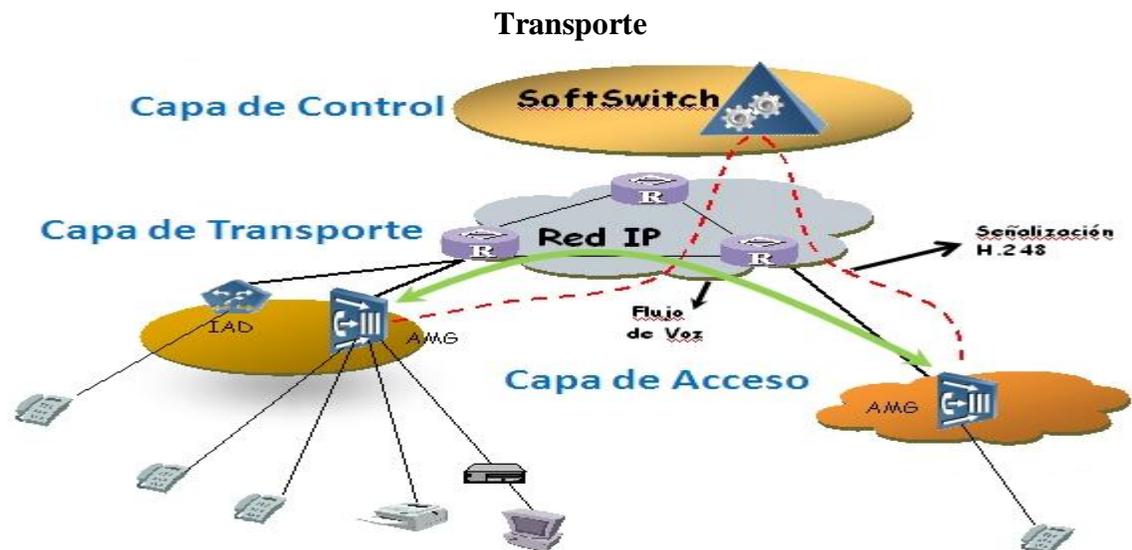
convergencia del protocolo RSTP oscilan entre 2 y 3 segundos, haciéndolo menos crítico el evento de una caída del servicio. Se puede presentar una leve degradación de la voz (pérdida de paquetes), sin afectar el tráfico en su totalidad.

En vista de lo anterior, es recomendable utilizar para el transporte de servicios en tiempo real (voz y video), el protocolo RSTP, para éste caso de uso.

### 5.1.1 Dominio Gateway De Acceso, Con Anillo Mpls En El Core De La Red NGN.

Realmente el escenario extremo a extremo es el mismo del punto anterior, es decir, abonados POTS conectados a gateways de la misma red NGN, pero en este caso con dispositivos de capa 2 y 3 en el core de la estructura NGN. Esto para significar el uso de protocolo de enrutamiento a nivel de transporte.

**FIGURA 28. Dominio Gateway de Acceso con Anillos de Dispositivos en la Capa de**



Fuente: Propia

#### **Notas Aclaratorias Figura 28:**

- ✚ La señalización IP - H.248, representada en la figura por la línea punteada en color rojo es manejada y controlada desde el Softswitch hacia los Gateways de acceso (abonados).

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

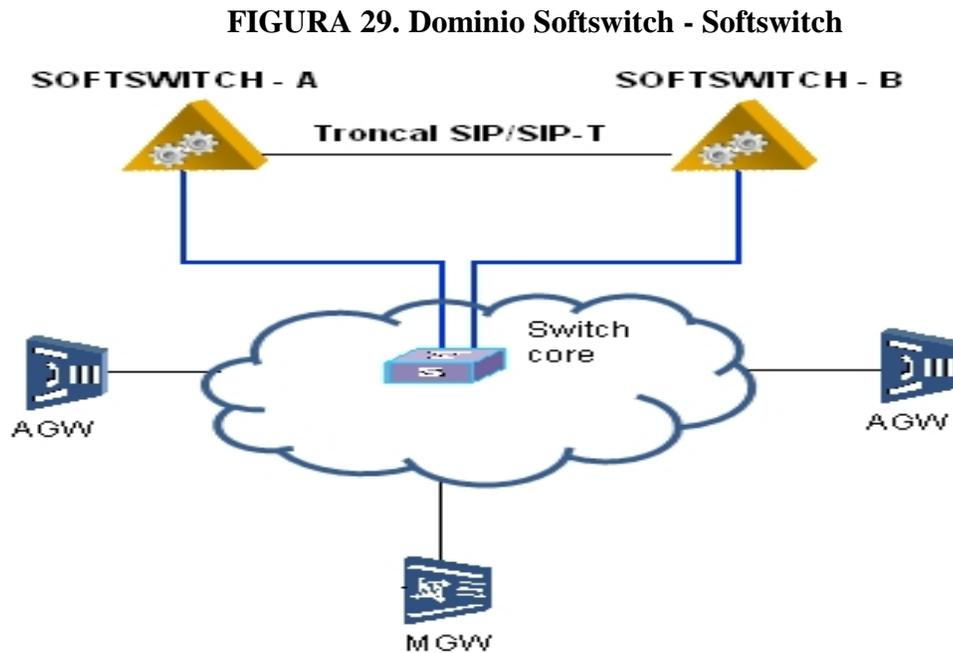
- ✚ El flujo de voz RTP (Real Time Protocol) representado por la línea verde, solo se establece en los equipos y dispositivos de la capa de transporte o el llamado core de la red NGN, que para éste caso serían los Router' de borde.
  
- ✚ La estructura del enrutamiento en éste caso se define en los equipos del core IP (normalmente constituido por Switchs capa 4 y/o router's), allí se crean las políticas de enrutamiento (protocolos de enrutamiento de la capa 3 modelo OSI), que permiten establecer los caminos hacia los abonados en la red de acceso.
  
- ✚ En cuanto a la información (flujo RTP) que viaja (tráfico de voz) entre cada uno de GateWay de acceso existe redundancia física, tanto en el cableado (interfaces Fe/Ge), como en el equipo de borde o de conmutación (switche capa 4 o Router), totalmente redundantes y normalmente provistos de doble tarjeta controladora, fuente de alimentación eléctrica y doble tarjeta de puerto uplink.
  
- ✚ Los protocolos de enrutamiento utilizados en el core, son protocolos de la capa 3 del modelo OSI, protocolos enrutados (usado para dirigir el tráfico de los usuarios) y de enrutamiento (usados por los routers para mantener actualizadas las tablas de enrutamiento).
  
- ✚ Protocolos de Enrutamiento: IGRP, IGRP Extendido (EIGRP), OSPF, RIP y BGP
  
- ✚ Protocolos Enrutados: Protocolo Internet IP, IPX de Novell, DECnet, Apple Talk y Xerox Network System (XNS).

La decisión de cual protocolo utilizar, depende de las políticas de administración de la red, ajustados al tipo de tráfico a cursar, el tamaño de la red y la ocupación de la red. En conclusión se define el protocolo con mejores tiempos de respuesta y tiempos de convergencia mínimos.

En la actualidad, MPLS (Multi protocol label switch) es una de las tecnologías más utilizadas en la capa del core IP, gracias a sus tiempos de respuesta y las facilidades que brindan en la administración del tráfico cursado. La razón es porque trabaja a nivel de label (en forma analógica a las VLAN de capa 2). La gran ventaja de ésta tecnología MPLS es que adapta cualquier protocolo de enrutamiento a su propia arquitectura. Adicionalmente brinda buenas garantías en cuanto a la seguridad para el transporte de los paquetes en la red, puede trabajar con VPN's de capa 2 y capa 3.

## 5.2 CASO2 - DOMINIO SOFTSWITCH TO SOFTSWITCH (SIP / SIP-T)

Este escenario es totalmente nuevo si lo comparamos o hacemos la analogía con las redes PSTN, es por ello que aún hay mucho terreno por recorrer en el tema de plantear las políticas y/o recomendaciones de enrutamiento, cabe aclarar que el tráfico entre los dos SoftSwitch A y B es puramente de señalización, pero aún así deben existir principios de enrutamiento y desborde a fin de brindar el respaldo a todo el sistema, aprovechando la duplicidad del elemento de control principal.

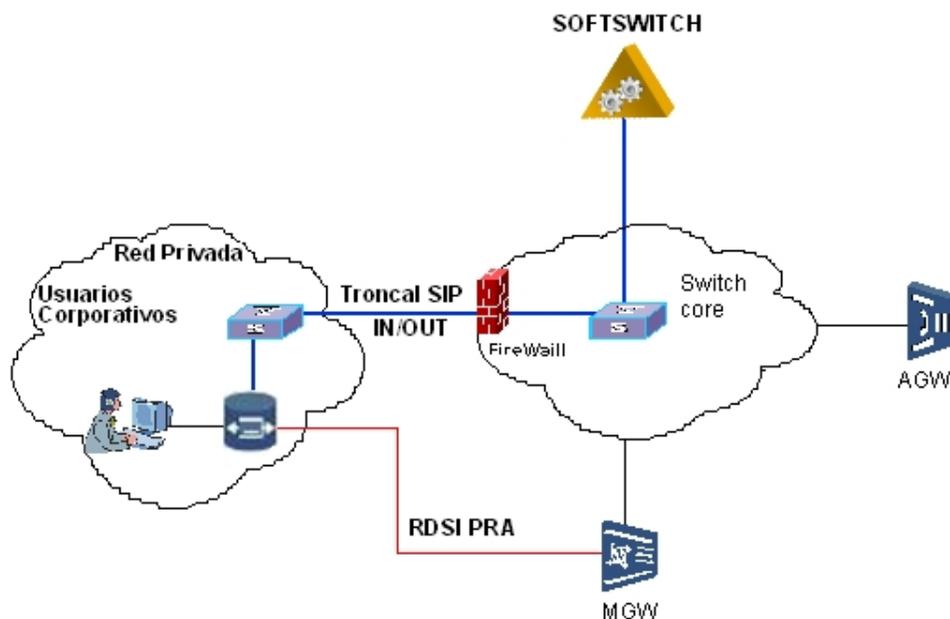


Fuente: Propia

Para este caso tenemos una configuración de trabajo y redundancia Activo / Standby, siendo el softswitch-A el que está permanentemente activo y solo cuando ocurra una falla en este (software o hardware) o si llegase a suceder una caída del enlace hacia el core de la red IP, Entraría a operar el Softswitch-B y de ésta forma queda respaldado todo el sistema NGN. La troncal SIP-T establece una comunicación permanente entre ambos Softswitch con el fin de mantener la actualización de la información (protocolos de señalización, tablas de enrutamiento, desbordes, configuración de abonados, troncales, etc.). Este tipo de protección sería ideal para redes NGN de gran tamaño y que requieren una alta disponibilidad en todo el sistema. No sobra mencionar que ambos Softswitch deben estar ubicados en edificios diferentes e incluso en ciudades distantes, para que realmente aplique el concepto.

### **5.3 CASO 3 – APLICACIONES CORPORATIVAS O REDES PRIVADAS BAJO EL ENTORNO NGN.**

**FIGURA 30. Dominio Troncal SIP hacia redes privadas (PBX)**



Fuente: Propia

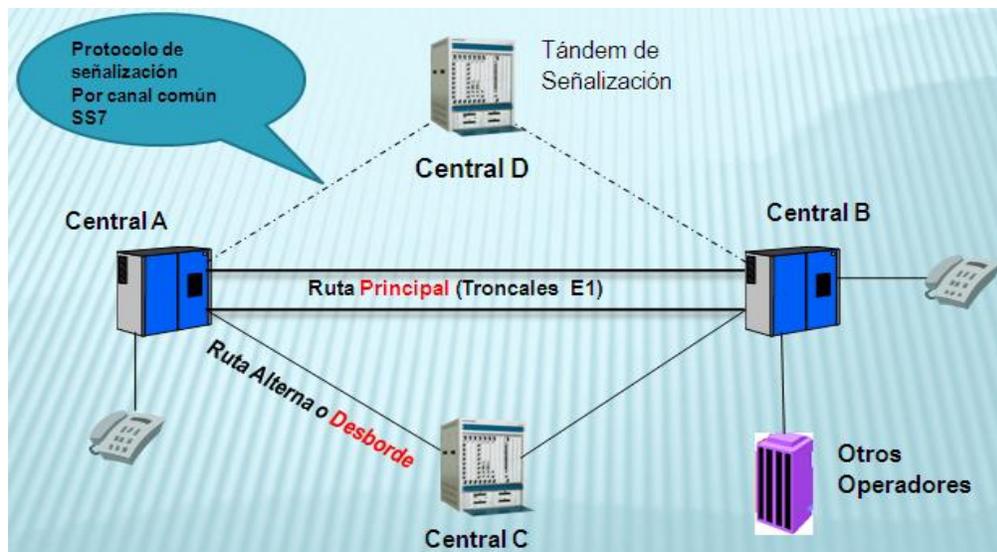
Como en el caso anterior el Switch del Core en la nube IP es el elemento central y donde se configuran gran parte del enrutamiento, en el Firewall se establecen las políticas de seguridad y conversiones de direccionamiento IP.

Como medida de respaldo o ruta alterna se podría tener doble enlace o trocal SIP, pero otra alternativa menos costosa sería la que observamos en la figura 30, donde se tiene una redundancia de menor nivel como un acceso digital RDSI PRIMARIO a través del MGW (Gateway de troncal y conversión IP a TDM), dependiendo de la intención de tráfico del cliente. Del lado del Softswitch se configuraría como política de contingencia el desborde de tráfico por el RDSI PRIMARIO en caso de presentarse una falla en la troncal SIP (incluye enlace IP, dispositivos de red intermedios o la misma tarjeta de red del lado del cliente). Por otra parte, dicha función de desborde podría eventualmente ser configurada en los equipos terminales del usuario.

#### 5.4 CASO 4 - DOMINIO NGN - RED PSTN

##### 5.4.1 Esquema topológico de una red PSTN.

**FIGURA 31. Topología y enrutamiento en el dominio PSTN (TDM)**



Fuente: Propia

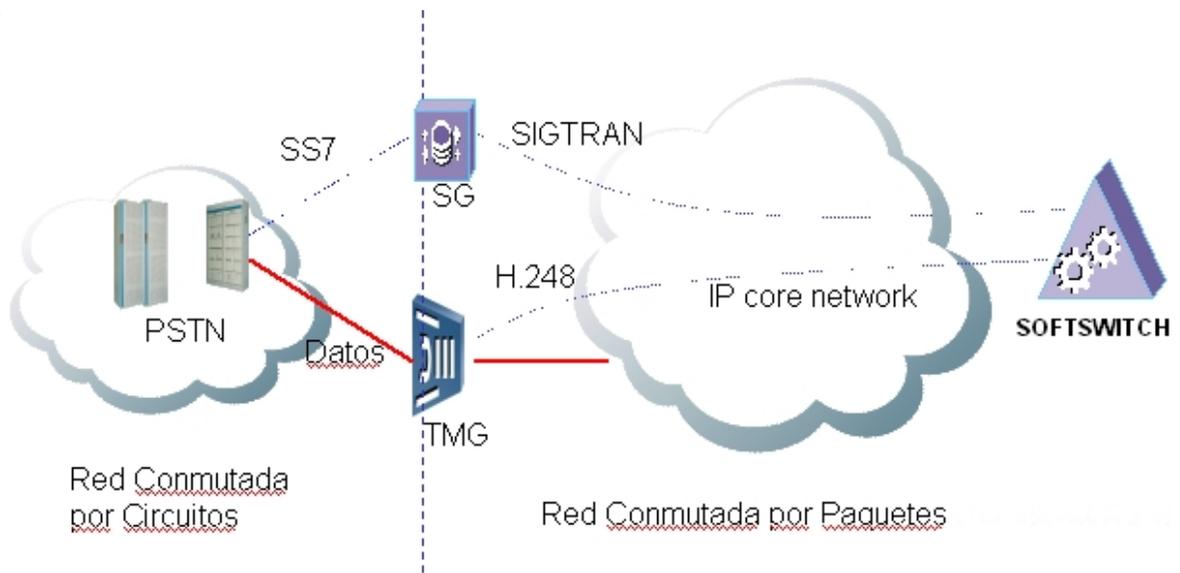
En la figura anterior tenemos una topología de red en un entorno TDM puro y de la cual se hacen las siguientes observaciones:

- ✚ Topología en malla. Típica para éste tipo de redes. En nuestro caso de aplicación se quiere representar la estructura de una RTPBC.
- ✚ La interconexión con otros operadores se maneja a través de una o varias centrales de conmutación y por lo general se manejan protocolos de comunicación por canal común o número siete (SS7).
- ✚ La señalización puede viajar por la misma ruta o interconexión (señalización asociada), o puede enviarse por otra ruta diferente al tráfico de voz (cuasi asociada).
- ✚ Si tomamos como ejemplo una llamada desde la Central A, hacia la Central B, observamos que se tienen varios caminos o rutas de interconexión para llegar al destino. Por defecto en ambas centrales se configura una ruta principal, que en éste caso es la ruta directa y una de desborde o alterna que entraría en operación en caso de falla de la primera. De ésta forma se garantiza una alta disponibilidad de los equipos de conmutación y del medio de transmisión. Igualmente es uno de los objetivos que se buscan en los PTB de enrutamiento y que hasta el momento se cumplen en el mundo PSTN. Esto gracias a que en el diseño del plan técnico básico, se definen como principios o políticas la posibilidad de desbordar o reenrutar tráfico de voz por diferentes rutas alternas en caso de presentarse congestión o falla en las rutas directas. Es importante tener en cuenta que para este diseño se usa como principal herramienta la matriz de tráfico y de enrutamiento entre todos los nodos de conmutación, con el fin de no generar bucles o loops de tráfico y de optimizar los recursos de interconexión.
- ✚ Para poner un poco más en contexto el punto anterior. En el diseño que se realiza de las troncales de interconexión, se manejan unos factores de bloqueo, que básicamente se interpretan como la disponibilidad de canales o circuitos de 64Kbps de acuerdo al tipo

de tráfico, por ejemplo: Si sabemos que el tráfico a cursar demanda una alta disponibilidad por ser de tipo comercial e industrial, entonces se le aplica un factor de bloqueo de 0.01, lo que significa que de cada 100 llamadas simultaneas se permite una con bloqueo.

#### 5.4.2 Esquema Topológico de una Red PSTN Interactuando con la Red NGN

**FIGURA 32. Arquitectura De Interconexión NGN – PSTN**



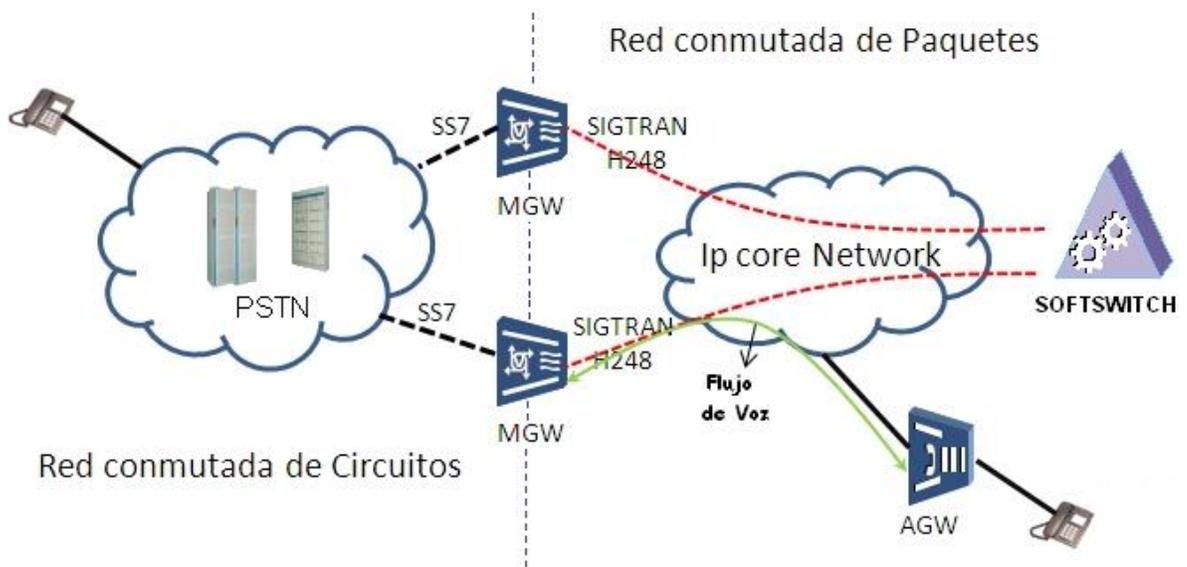
Fuente: Propia

Para este caso de aplicación se mencionan las consideraciones a tener en cuenta:

- ✚ A nivel de la PSTN hacia la RED NGN tendríamos una conectividad de una, varias o todas las centrales TDM, utilizando un recurso dedicado para tal fin (PCM - E1's).
- ✚ El protocolo de señalización SIGTRAN que maneja el Softswitch hacia la SG (Signalling Gateway), lo que hace es adaptar el protocolo de señalización SS7 (Sistema de Señalización por canal común) al mundo IP.

- ✚ El protocolo de señalización H.248 entre el Softswitch y la TMG (Trunk Media Gateway), maneja la señalización entre ambos dispositivos para que se administre y gestione el flujo de voz RTP a nivel del core IP.
- ✚ Actualmente ya el gateway de señalización (SG) y el de troncal (TMG), vienen integrados en uno sólo (MGW), pero los caminos de los datos (flujo de voz) y la señalización si son diferentes, desde el punto de vista lógico.
- ✚ Dependiendo del dimensionamiento de la red, la capacidad y cobertura. Se podría disponer de un segundo MGW a manera de respaldo o como ruta alterna en caso de perder la conectividad (congestión o falla) de la interconexión entre la PSTN y la MGW principal. Por supuesto que se deja a consideración del operador, teniendo en cuenta la tendencia actual de migración hacia las NGN. E igualmente soportados por el análisis costo beneficio. Ver figura 32.

**FIGURA 33. Arquitectura De Interconexión NGN –  
PSTN con Doble MGW hacia la PSTN**



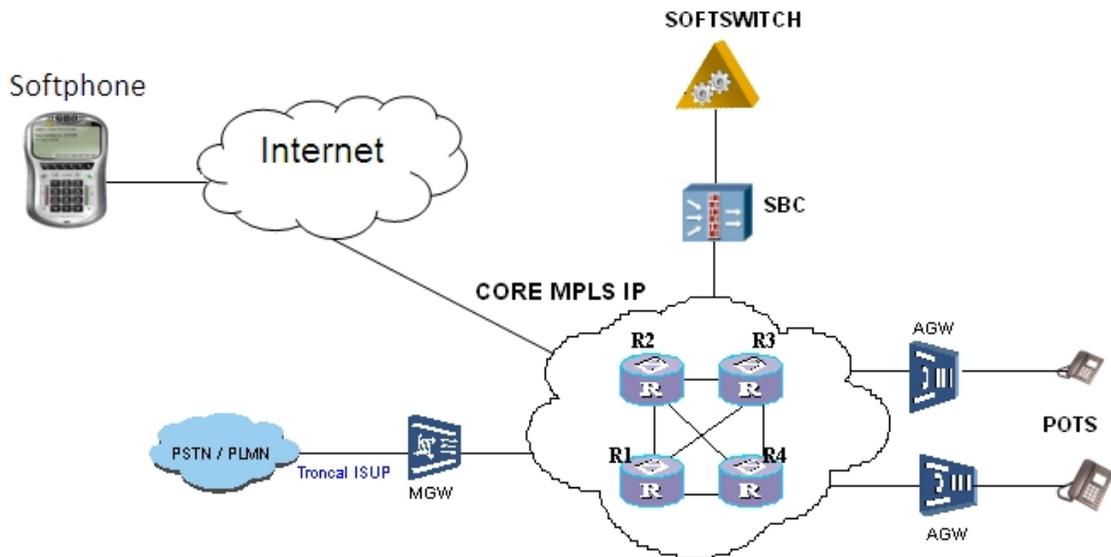
Fuente: Propia

Actualmente se usan dos gateways de troncal y señalización para implementar doble señalizador y troncales (E1s) desde el mundo NGN hacia la PSTN. De esta forma la implementación de desborde de ruta que se configura tanto en el Softswitch, como del lado de las centrales TDM, tendría sentido.

### **5.5 CASO 5 - DOMINIO NGN - RECIBIENDO LLAMADAS DESDE INTERNET (SOFTPHONE).**

Vemos como en la práctica cada día está cogiendo más fuerza ésta aplicación, donde desde internet se accede a una red privada NGN. La razón es simple los operadores locales están cambiando sus estrategias de mercado hacia el enfoque NGN y todas las facilidades de conectividad IP (protocolos e interfaces abiertas) con la que viene equipada esta plataforma.

**FIGURA 34. Línea IP (Softphone) desde Internet – Registrándose en la red NGN**



Fuente: Propia

Con respecto a esta aplicación en la práctica se han encontrado aspectos interesantes que vale la pena mencionar:

Muy fácil de implementar, pues se trata solo de un software que se instala en la computadora y se configura con la información de conectividad IP, usuario, contraseña, número o cuenta, proxy, IP de del SBC (Session Border Controllers) o firewall, entre otras.

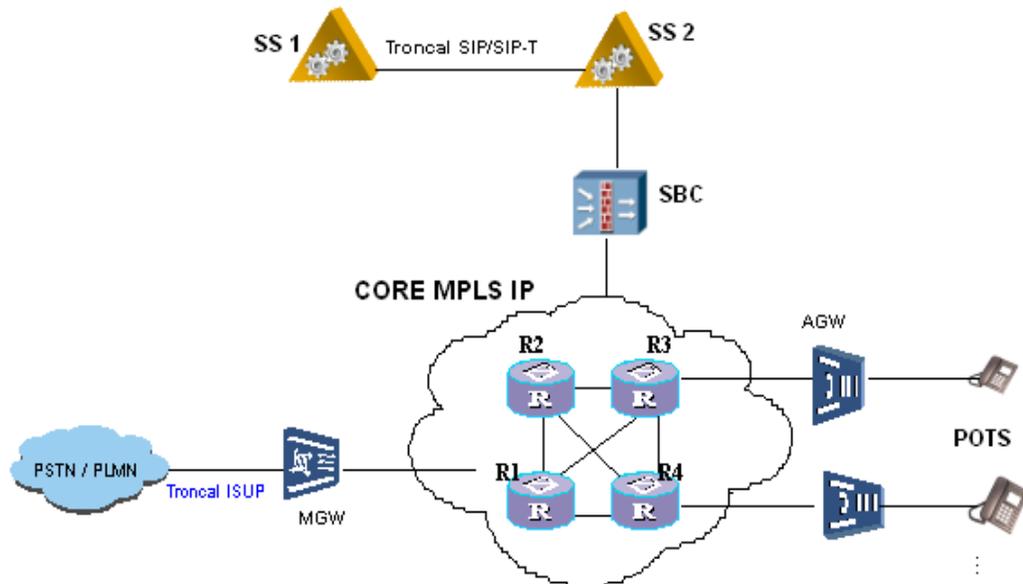
Prácticamente con esta aplicación y/o facilidad que nos brinda la red NGN, estamos hablando en términos de portabilidad numérica dentro de la misma red, pero sin importar la ubicación geográfica. Hoy en día las empresas operadoras de telecomunicaciones emplean éste servicio, ya sea para venderlo con terceros o como valor agregado asociado a un paquete de servicios. Sin embargo desde el punto de vista regulatorio quedan algunos interrogantes que no han sido resueltos por los organismos encargados. ¿Se requieren licencias de TPBCLD para poder prestar dicho servicio?, ¿Hasta qué punto se están viendo afectados los planes de numeración que regula el ministerio de comunicaciones?, ¿En cuanto a la comercialización de este servicio, existen tarifas y/o recomendaciones?.

Tanto la calidad de servicio, como el enrutamiento, son parámetros que aún no puede garantizar ningún operador, pues se trata de un servicio que tiene como principal autopista la internet, que hasta el momento se ha diseñado y fortalecido para el flujo de datos, es decir, muy posiblemente no se cuentan con políticas de calidad de trafico para servicio como la voz.

## **5.6 TENDENCIA DE LA TOPOLOGÍA NGN**

Con el fin de subsanar los riesgos o posibles fallas en los equipos críticos como son los Routers (columna vertebral de la nube IP), la tendencia es la de implementar en la capa de transporte y conmutación un arreglo de equipos con la tecnología IP MPLS, donde por sus propias características se pueden configurar políticas de enrutamiento (ingeniería de tráfico nativa de MPLS) sin perder el concepto de desborde como tal.

FIGURA 35. Tendencia de arquitectura en la capa de transporte de la red NGN



Fuente: Propia

## 5.7 CONSIDERACIONES FINALES DEL MODELO NGN

NGN Es una red jerárquica de cuatro capas basada en conmutación y transmisión de paquetes. La interconexión entre diferentes capas se realiza mediante protocolos estándar, que ofrece considerables ventajas y flexibilidad.

Ubicado en la capa de control de NGN, el Softswitch es el centro de control de señalización para el intercambio de información en las redes de nueva generación. El SoftSwitch se utiliza para controlar la comunicación de varios GW.

La transmisión y el intercambio de cadenas o paquetes de información entre GW no están dentro del control del SoftSwitch, están bajo el dominio de la capa de transporte. La interconexión de NGN con las centrales, como las tradicionales TDM (dominio PSTN), se realiza a través de un Gateway de interconexión, cuya principal función es la de convertir o adaptar el mundo TDM al IP y viceversa.

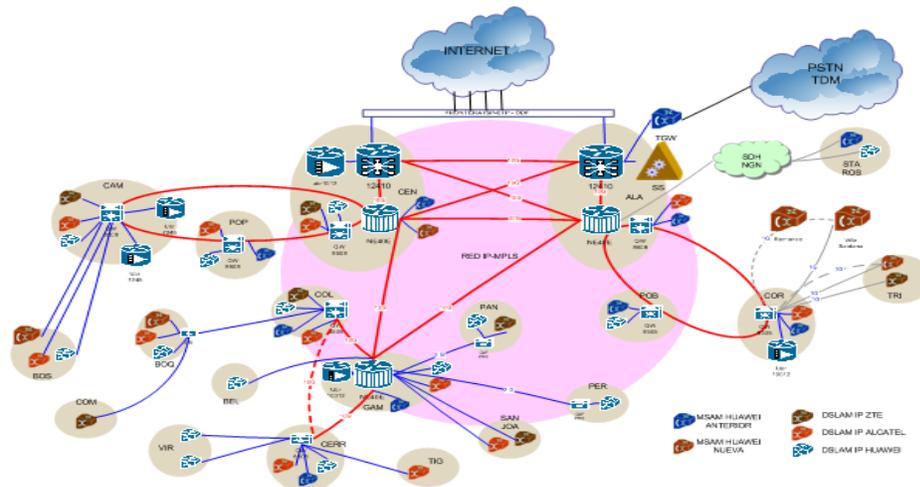
**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

Como conclusión final y que realmente ha impactado el esquema de los PTB a nivel de enrutamiento, podemos decir: Que las políticas de enrutamiento y desborde, que anteriormente eran configuradas en las centrales TDM, son ahora delegadas al core de la red NGN, como una de sus principales funciones, en la medida que el proceso de migración hacia NGN se dé con mayor fuerza.

A continuación se adjunta un esquema topológico el cual puede ser base de referencia para cualquier operador de redes NGN, en la cual se transportan servicios de voz, datos y video con diferentes tecnologías de acceso como Cablemodem, xDSL, accesos por fibra óptica y donde hay un esquema central de red con topología en malla el cual brinda una gran redundancia a los servicios ofrecidos.

**FIGURA 36. Esquema de una Red de Servicios de Telecomunicaciones, con diferentes tecnologías y aplicaciones**



Fuente: Propia

## SIMBOLOGÍA

SoftSwitch



Media GateWay Troncal



Access GateWay



Switch de datos



FireWall



Router



IAD (Integrated Access Device)



Central de conmutación PSTN (TDM)



## **CONCLUSIONES**

- ✚ Quizá una de las grandes conclusiones que las políticas de enrutamiento y desborde, que anteriormente eran configuradas en las centrales PSTN, son ahora delegadas al CORE de la red NGN, como una de sus principales funciones.
  
- ✚ La convergencia es una realidad que estamos presenciando y dentro de los próximos años, la mayoría de centrales TDM de la RTPBC habrán migrado hacia las redes NGN, dejando atrás unos servicios limitados y poco dinámicos, pero fácilmente gestionables y que brindan una muy buena calidad de servicio. Por su parte en el nuevo mundo todo IP, se esperan pronunciamientos formales de los organismos reguladores (políticas) a fin de controlar un poco este crecimiento y despliegue agresivo de redes y servicios, pero sin direccionamientos que permitan establecer un orden en el sector y sobre todo que garanticen múltiples servicios pero con la calidad esperada.
  
- ✚ Técnicamente se ve llegar la convergencia del mundo fijo y el celular. La plataforma está instalada (NGN). Esto sin duda le abre una cantidad de oportunidades a los operadores incumbentes y un ambiente mucho más competitivo en ese mercado para nada despreciable. Claro está todo depende del lado regulatorio y las políticas que se puedan derivar a raíz de este evento.
  
- ✚ Mientras tengamos la coexistencia entre el mundo TDM (PSTN) y las redes NGN. El plan técnico básico de enrutamiento que se ha manejado hasta hoy en las redes fijas tradicionales seguirá vigente. Y la puerta de enlace o de interconexión con las NGN son los media gateways, que al hablar TDM (E1) directamente con el mundo PSTN, se convierten por decirlo así en otro nodo de la red, pero de un nivel inferior (manejando solo el tráfico de voz).

- ✚ En este ambiente de apertura a la libre competencia y la llegada de grandes multinacionales, muy posiblemente se comiencen a generar alianzas estratégicas entre ellas o simplemente las empresas pequeñas comiencen a ser absorbidas por los grandes. Esto generaría la unión de infraestructuras de redes NGN ya existentes, lo que facilitaría establecer unas políticas de seguridad, de calidad y de enrutamiento muy solidas, es decir el impacto se ve reflejado en el recurso tecnológico de última generación aumentando aún más las expectativas a nivel de la actualización de los planes técnicos básicos de enrutamiento.

## **RECOMENDACIONES**

- ✚ En las redes NGN se debe disponer de muy buenas políticas de redundancia a nivel de control y transporte. Garantizar el respaldo del Softswitch, pues estamos hablando que por ejemplo ya en Colombia hay empresas que manejan más de 50.000 servicios dependiendo de su red NGN y no se pueden dar el lujo de indisponibilidades por falta de equipos de respaldo, máxime con este ambiente de competencia tan fuerte.
  
- ✚ Mientras permanezca la convivencia de las PSTN con las redes de nueva generación, es recomendable implementar una topología de interconexión entre ambas redes con doble media Gateway (pasarela), de tal forma que se pueda distribuir o balancear los enlaces troncales (E1's) que llevan la señalización SS7. De esta manera se contaría con un buen respaldo en cuanto el enrutamiento del servicio de voz se refiere.
  
- ✚ Se recomienda usar como tecnología de conmutación y convergencia en el core de la red NGN, la tecnología MPLS. Esto facilitaría considerablemente el establecimiento de criterios como calidad de servicio, ingeniería de tráfico y gran eficiencia en cuanto a la conmutación de servicios.

## **GLOSARIO**

**ABONADO:** Es el cableado que se extiende entre la central telefónica (o conmutador) y las dependencias del usuario.

**ACTIVO / STANDBY:** Portabilidad numérica: Es el servicio mediante el cual un usuario de TPBC puede mantener el mismo número o identificación telefónica aun cuando cambie de operador o de domicilio.

**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber Line (línea de abonado digital asimétrica)

**AGW:** (Access Gateway): Gateway o pasarela de abonados (voz, datos, imagen)

**APPLETALK:** es un conjunto de protocolos desarrollados por Apple Inc. para la conexión de redes. Fue incluido en un Macintosh en 1984.

**BGP O BORDER GATEWAY PROTOCOL:** es un protocolo mediante el cual se intercambia información de encaminamiento entre sistemas autónomos.

**BUCLE o LOOP:** En telecomunicaciones este término hace referencia a un proceso repetitivo dentro de un círculo cerrado, ocasionando indisposición del servicio

**CABLEMODEM:** Es un módem que hace parte de la red HFC para la prestación del servicio de internet de banda ancha, su función convertir la red de cable CATV, en una vía transparente para el transporte de datos a alta velocidad.

**CAJA DE DISPERSIÓN:** Es el punto de terminación de la red secundaria y de iniciación de la red de abonado.

**CCS7:** Common Channel Signaling #7 (señalización por canal común #7)

**COPS (Common Open Policy Service):** El protocolo COPS define tres tipos de mensajes que son usados por todas las extensiones de COPS: mensajes para control de conexión, mensajes para intercambio de políticas y mensajes para sincronización.

CPE: Customer Premises Equipment (equipo en las instalaciones del cliente)

CRC: Comisión de Regulación de Comunicaciones, a partir de la Ley

CRT: Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.

**CUSTOMIZACIÓN:** Proceso por el cual el consumidor o visitante selecciona las preferencias del producto o servicio físico, o contenidos de información, que desea que le sean suministrados.

DECnet: Es un grupo de productos de Comunicaciones, desarrollado por la firma Digital Equipment Corporation. Define un marco general tanto para la red de comunicación de datos

**DESAGREGACIÓN:** Es la separación de elementos (físicos y/o lógicos), funciones o servicios de una red de telecomunicaciones, con el objeto de darles un tratamiento específico y cuyo costo puede determinarse por separado.

DHCP: protocolo dinámico de configuración del anfitrión (Dynamic Host Configuration Protocol) (RFC 2131), permite la asignación de direcciones IP en forma automática, dinámica y manual.

Diff-Serv: El método de los Diff-Serv (IETF RFC 2474 (Norma propuesta)) y RFC 2475 (Informativo) es más pragmático y proporciona sólo garantías flexibles marcando los paquetes o flujos para una prioridad relativa de reenvío. Los problemas de ajustabilidad a escala se resuelven evitando cualquier forma de reserva de recursos en la red. Además, el método Diff-Serv se basa en la premisa de que la red IP básica es encaminada, ya que esta recomendación se refiere principalmente a la capa 3 del modelo de protocolo de comunicaciones.

DOCSIS: Data Over Cable Service Interface Specification

**DROP:** Término que hace referencia a la “bajada” de servicios o redes hasta las instancias del abonado. También se emplea en las redes de transmisión de datos para bajar una señal de un nivel superior a otro menor.

**DSL:** Digital Subscriber Line (línea de abonado digital)

**DSP:** Un procesador digital de señales o DSP (sigla en inglés de digital signal processor) es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesamiento y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras (samples en inglés), normalmente provenientes de un conversor analógico/digital (ADC).

**ERLANGS:** El Erlang es una unidad adimensional utilizada en telefonía como una medida estadística del volumen de tráfico.

**ETSI:** European Telecommunications Standards Institute. Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.

**E1:** El primer eslabón de la jerarquía digital pliesíncrona (o PDH) está formado por un grupo básico o grupo primario, definido en la recomendación G.732 para Europa, que agrupa a 30 canales telefónicos de 64 Kb/s cada uno, dejando 2 canales más de 64 Kb/s en la trama de salida destinados a señalización y sincronismo de trama. La velocidad de transmisión del grupo básico es de 2048 kb/s, y la duración de la trama 125 microsegundos (256 bit por trama). Utiliza entrelazado de palabras de 8 bit. A esta señal multiplexada se le denomina E1, y corresponde con el menor grado en la jerarquía de multiplexión.

**FAX:** Abreviación de facsímil.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

**FGNGN:** (Focus Group on Next Generation Networks). Grupo temático de la UIT para trabajar en relación con redes fijas y móviles, así como la calidad del servicio en DSL, la autenticación, seguridad y señalización, bajo el enfoque de NGN.

**FIREWALL:** Corta fuegos, dispositivo de seguridad en las redes informáticas para filtrar ataques o accesos indeseados

**Interconexión:** Es la vinculación de recursos físicos y soportes lógicos, incluidas las instalaciones esenciales necesarias, para permitir el interfuncionamiento de las redes y la interoperabilidad de servicios de telecomunicaciones.

**FRAME RELAY:** Retransmisión de trama. Tecnología de conmutación de paquetes.

**GATEKEEPER:** El gatekeeper es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales H.323, gateways y MCUs. El gatekeeper puede también ofrecer otros servicios a los terminales, gateways y MCUs, tales como gestión del ancho de banda y localización de los gateways

**GATEWAY (PASARELAS):** Dispositivo de la capa de CORE de la red NGN, que interconecta redes radicalmente diferentes. Su función principal es convertir interfaces o medios, por ej. De TDM a IP y viceversa.

**GSM:** Global System for Mobile communications. Sistema global de comunicaciones móviles

**HFC:** Hybrid Fiber-Coax Cable (configuración híbrida óptica-cable coaxial)

**H.323:** Recomendación del ITU-T, que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación multimedia sobre paquetes de red.

**IETF:** (Internet Engineering Task Force). El Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet) es una organización internacional abierta de normalización, que tiene como objetivos el contribuir a la ingeniería de internet, actuando en diversas áreas, como transporte, encaminamiento, seguridad

**IGRP:** (Protocolo de enrutamiento de gateway interior): Protocolo desarrollado por Cisco para tratar los problemas asociados con el enrutamiento en redes heterogéneas de gran envergadura.

**IGRP EXTENDIDO:** (Protocolo de enrutamiento de gateway interior extendido): Versión avanzada de IGRP desarrollada por Cisco. Ofrece propiedades de convergencia y eficacia operativa superiores, y combina las ventajas de los protocolos del estado de enlace con las de los protocolos por vector distancia.

**INTERCONEXIÓN DIRECTA:** Es la interconexión entre las redes de dos operadores que comparten al menos un punto de interconexión entre ellas, con el objeto de lograr el interfuncionamiento de las redes conectadas y la interoperabilidad de los servicios.

**INTERCONEXIÓN INDIRECTA:** Es la interconexión que permite a cualquiera de los operadores interconectados, cursar el tráfico de otros operadores a la red del operador interconectante, siempre que no se contravenga el reglamento para cada servicio. El solo servicio portador entre dos redes no se considera interconexión indirecta.

**INTERFUNCIONAMIENTO:** Es el correcto funcionamiento de dos redes interconectadas.

**Interoperabilidad:** Es el correcto funcionamiento de los servicios que se prestan sobre dos redes interconectadas.

**IPV6:** La arquitectura del direccionamiento Ipv6 se describe en el IETF RFC 2373, "Arquitectura de direccionamiento IP Versión 6". La diferencia más obvia entre el Ipv4 y el Ipv6 es la longitud, siendo el Ipv4 de direcciones de 32 bits y el Ipv6, de 128 bits. Si bien las direcciones del Ipv4 sólo pueden dividirse en dos o tres partes variables (el identificador de red, el identificador de nodo y a veces el identificador de subred), en el Ipv6 las direcciones son lo suficientemente largas como para tener campos dentro de la dirección.

**Mensajería Unificada:** Es una plataformas que integra en una sola bandeja, diferentes aplicaciones e infraestructuras de mensajería como son el correo electrónico, el fax y mensajes de voz.

**IPX (INTERNETWORK PACKET EXCHANGE):** Protocolo Novell o simplemente IPX es una familia de protocolos de red por Novell y utilizados por su sistema operativo de red NetWare. como para el procesamiento distribuido de datos

**ISDN:** Integrated Services Digital Network - Red Digital de Servicios Integrados.

**ISUP:** ISDN User Part (parte usuario RDSI)

**ITU:** International Telecommunication Union

**ITU-T:** ITU-Telecommunication

**LEGACY:** Hace referencia a los equipos obsoletos o que datan de fechas pasadas

**MCU:** Los MCUs proveen soporte para las conferencias entre tres o más terminales H323, todos los terminales que participen en la conferencia establecerán conexión con el MCU. El

**MDF:** En telefonía, un Main Distribution Frame (MDF, Main Frame o en ocasiones denominado Site) es una estructura de distribución de señales para conectar equipo de redes y telecomunicaciones a los cables y equipos que corresponden al proveedor de servicios de telefonía, Internet, entre otros

**MEGACO / H.248:** Media Gateway Control Protocol (protocolo de control de pasarelas de medios)

**MFCR2:** Sistema de señalización analógico entre centrales telefónicas. Este sistema de señalización transmite sus señales de forma continua en ambas direcciones y permite que se puedan mandar señales simultáneamente en ambas direcciones.

**MGC:** Media Gateway Controller (control de pasarela de medios, también conocido como Softswitch, Call Agent o Call Server)

**MGCP:** (Media Gateway Control Protocol), es un protocolo interno de VoIP cuya arquitectura se diferencia del resto de los protocolos VoIP por ser del tipo cliente – servidor. MGCP está definido informalmente en la RFC 3435, y aunque no ostenta el rango de estándar, su sucesor, Megaco está aceptado y definido como una recomendación en la RFC 3015.

**MPLS:** MultiProtocol Label Switching. Conmutación mediante etiquetas multiprotocolo.

**MSAM:** Nodos de Acceso Multiservicio, el futuro de los DSLAM

**NODO:** Es el elemento de red, ya sea de acceso o de conmutación, que permite recibir y enrutar las comunicaciones.

**NODO DE INTERCONEXIÓN:** Es el nodo vinculado directamente con el punto de interconexión.

**OAM:** Sigla que hace referencia a la operación y mantenimiento dentro de los procesos de gestión en las redes de telecomunicaciones.

**O&M:** Acrónimo de Operación y Mantenimiento

**OPERADOR:** Es la persona jurídica pública, mixta o privada que es responsable de la gestión de un servicio de telecomunicaciones en virtud de autorización, licencia o concesión, o por ministerio de la ley. Esta Resolución se refiere indistintamente al operador y al concesionario.

**OPERADOR DE TPBC:** Se entiende como tal cualquier operador del servicio de TPBCL, TPBCLE, TPBCLD o TMR, en los términos de la Ley 142 de 1994.

**OSPF:** (Primero la ruta libre más corta): Protocolo de enrutamiento por estado de enlace jerárquico, que se ha propuesto como sucesor de RIP en la comunidad de Internet. Entre las características de OSPF se incluyen el enrutamiento de menor costo, el enrutamiento de múltiples rutas, y el balanceo de carga.

**PCM:** (Pulse Code Modulation) Técnica de codificación o digitalización de la Voz (analógicas) a digital.

**PDH:** (Jerarquía Digital Plesiócrona)

**POTS:** (Plain Old Telephone Service) – Servicio Telefónico Ordinario Antiguo, conocido también como Servicio Telefónico Tradicional o Telefonía Básica.

**PROTOCOLO DE INTERNET IP (INTERNET PROTOCOL):** Es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

**PSTN:** Public-Switched Telephone Network (red telefónica pública conmutada, RTPC)

**PTB:** Plan Técnica Básico

**QoS:** La Calidad de Servicio (QoS, Quality of Service) es el efecto colectivo del desempeño de un servicio, el cual determina el grado de satisfacción a la aplicación de un usuario

**RADIO ENLACE:** Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas.

**RDSI:** Integrated Services Digital Network - Red Digital de Servicios Integrados.

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

**RED TELEFÓNICA PÚBLICA CONMUTADA “RTPC”:** Es el conjunto de elementos que hacen posible la transmisión conmutada de voz, con acceso generalizado al público, tanto en Colombia como en el exterior. Incluye las redes de los operadores de TPBCL, TPBCLE, TMR y TPBCLD.

**RIP:** (Protocolo de información de enrutamiento): Protocolo suministrado con los sistemas BSD de UNIX. El Protocolo de Gateway Interior (IGP) más común de la Internet. RIP utiliza el número de saltos como métrica de enrutamiento.

**ROUTER:** Dispositivo de la capa de red del modelo OSI, su función principal es determinar la mejor ruta y la conmutación de paquetes entre interfaces.

**RSTP:** (Rapid Spanning Tree Protocol), fue una evolución del STP reemplazándolo en la edición 2004 del 802.1d. RSTP reduce significativamente el tiempo de convergencia de la topología de la red cuando ocurre un cambio en la topología

**RTCP:** Real-time Control Protocol (protocolo de control en tiempo real)

**RTP:** Real-time Transport Protocol (protocolo de transporte en tiempo real)

**RTPBCL:** Red Telefónica Publica Básica Conmutada Local

**RTPBCLD:** Red Telefónica Publica Básica Conmutada Larga Distancia

**RTPBCLE:** Red Telefónica Publica Básica Conmutada Local Extendida

**SBC:** (Session Border Controllers) Elemento o dispositivo que hace parte de la frontera o borde del core IP en una RED NGN y que tiene como función la de proteger la red contra accesos externos indeseados, le brinda además confiabilidad al tráfico. Tiene funciones de señalización y tráfico

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

**SDH:** (Synchronous Digital Hierarchy). La Jerarquía Digital Síncrona se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

**SEÑAL RF:** Radiofrecuencia, también denominado espectro de radiofrecuencia.

**SERVICIOS SUPLEMENTARIOS:** Son aquellos servicios suministrados por una red de TPBC, además de su servicio o servicios básicos, entre otros los siguientes: conferencia entre tres, llamada en espera, marcación abreviada, despertador automático, transferencia de llamada, conexión sin marcar y código secreto.

**SIGTRAN:** Es el nombre del grupo de trabajo de la IETF que ha desarrollado una serie de protocolos que permiten transportar señalización SS7, DSS1 y V5.2 por redes IP. Por extensión llamamos SIGTRAN a este grupo de protocolos.

**SIP:** Session Initiation Protocol (SIP o Protocolo de Inicio de Sesiones)

**SIP-T:** SIP-Telephony (telefonía SIP)

**SNMP (Simple Network Management Protocol):** es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

**SS7:** Common Channel Interoffice Signalling Systems - Sistema de señalización por canal común # 7.

**STM1:** Módulo de Transporte Síncrono - Synchronous Transport Module. En términos reales un STM1 son 63 E1's

**SPLITTER:** Filtro analógico instalado en teléfonos y otros dispositivos analógicos para prevenir interferencias entre esos dispositivos y un servicio DSL que opera sobre la misma línea.

**STP:** (Spanning Tree Protocol), es un protocolo de nivel 2 de la capa OSI (enlace de datos)

**STRIP:** Es una caja de distribución, por ejemplo en un edificio la empresa de telefonía local deja sus cables en la planta baja o sótano de un edificio usualmente en un strip telefónico, o caja de distribución.

**TAP:** Elemento pasivo de la red HFC y se comporta como un punto de distribución de señal

**TARJETA CONTROLADORA:** Es un dispositivo compuesto por Hardware y Software. Contiene el sistema operativo y los programas que controlan y administran el sistema.

**TCP/IP:** Transmission Control Protocol/Internet Protocol. Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Inter-redes.

**TDM:** Time Division Multiplexing - Multiplexación por División de Tiempo.

**TFTP (Trivial File Transfer Protocol):** Es un protocolo de transferencia muy simple semejante a una versión básica de FTP. TFTP a menudo se utiliza para transferir pequeños archivos entre ordenadores en una red, como cuando un terminal X Windows o cualquier otro cliente ligero arrancan desde un servidor de red.

**TISPAN:** Estandar desarrollado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones, ETSI

**TMC:** Telefonía Móvil Celular

**TMG:** (Trunk Media Gateway)

**UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System. Sistema de telecomunicaciones móviles universales.

**UPLINK:** Término empleado en las redes de datos (LAN, WAN, etc), hace referencia al enlace ascendente en una conexión de un dispositivo, desde una red de pequeña hacia una red de mayor tamaño.

**VLAN:** (Acrónimo de Virtual LAN, ‘red de área local virtual’) es un método de crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física.

**VPN:** Virtual Private Network. Red Privada Virtual.

**V5.x:** V5 es un conjunto de protocolos que el ETSI ha promovido para la interconexión de las nuevas infraestructuras de acceso (AN, access node) a las centrales de conmutación telefónica tradicionales (LE, local exchange). La conexión V5 entre un nodo de acceso y una central utiliza accesos primarios RDSI (E1) a 2 048 kbit/s (ITU-T G.703/G.704).

**WDM:** Wavelength Division Multiplexing. Multiplexación por división en longitud de onda.

**XDSL:** Digital Subscriber Line - Líneas de Suscripción Digital

**XNS (XEROX NETWORK SERVICES):** Era un protocolo promulgado por Xerox, que provee ruteo y entrega de paquetes. Es un protocolo para redes de área local.

**X.25:** Conjunto de protocolos desarrollados por la ITU.

**3GPP:** (3rd Generation Partnership Project). Es un acuerdo de colaboración en tecnología de telefonía móvil, que fue establecido en diciembre de 1998. Esta cooperación fue entre ETSI (Europa), ARIB/TCC (Japón), CCSA (China), ATIS (América del Norte) y TTA (Corea del Sur).

**BIBLIOGRAFIA**

Keagy, Scott. Integración de Redes de Voz y Datos. Cisco Press, 2001.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Redes Públicas Convergentes de Nueva Generación. 2005.

Grupo de Expertos sobre Telefonía IP del UIT-D. Informe esencial sobre telefonía por el protocolo Internet (IP). UIT, 2003.

DIGIWORLD América Latina 2007, colección Fundación Telefónica. pg 36

COMISION DE REGULACION DE TELECOMUNICACIONES - REPUBLICA DE COLOMBIA, Documento de estudio, Regulación de Redes en convergencia, Fecha actualización: 07/07/08, Página 13 de 53, Coordinación de Regulación

REAL MARTÍN, LUIS FERNANDO. Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones. Reportaje Antena de Telecomunicación / MARZO 2007 Desarrollo y Perspectiva desde ITU-T (International Telecommunications Union) NGN, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

Consulta - 7º Simposio Mundial para Organismos Reguladores sobre El camino hacia las redes de la próxima generación: ¿Pueden los reguladores promover la inversión y lograr un acceso abierto?

Informe de la ITU confrontando la crisis - Los planes de estímulo de las TIC para el crecimiento económico. Segunda Edición. Genova 5 de octubre de 2009.

Informe sectorial de telecomunicaciones No 13, Comisión de Regulación de Comunicaciones

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

El desarrollo de la infraestructura en Colombia en la década de los noventa, pag. 15  
<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/4729/lc11348.pdf>

Tendencias y perspectivas del sector pg 3 Informe Sectorial de Telecomunicaciones,  
Bogotá D.C., Agosto 2007 Comisión de Regulación de Telecomunicaciones.

José Luis Peralta, Director General de Planes Fundamentales de Telecomunicaciones,  
COFETEL – MEXICO

DOCUMENTO II VOZ IP: El futuro de las telecomunicaciones INTUG / ASUCOM  
2004/7 PG 1

Pg. 3, Planes Técnicos Básicos del Plan Nacional de Telecomunicaciones, adscritos al  
Ministerio de Comunicaciones, Dirección de Planeación Sectorial. Santafé de Bogotá, D.C.  
Agosto de 1993.

Carpeta Técnica: Redes de Próxima Generación/Visión General de Normas. CITEL, 2006.

[www.itu.int/ict](http://www.itu.int/ict)

[www.mincomunicaciones.gov.co](http://www.mincomunicaciones.gov.co)

<http://www.itu.int/itunews/manager/display.asp?lang=es&year=2007&issue=02&ipage=next-generation&ext=html>

<http://www.itu.int/wtpf2009> Documento de referencia - Secretario General

<http://www.jornada.unam.mx/2009/06/26/index.php?section=economia&article=031n2eco>

<http://www.colvotel.com/Index/tabid/57/language/enUS/info3/tabid/62/language/en-US/Default.aspx>

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

El Mercado de las Telecomunicaciones en Colombia Frost & Sullivan

<http://www.elpais.com.co/paisonline/notas/Septiembre012009/eco1.html>

[www.mincomunicaciones.gov.co/SBTL/RedesConmutacionTelefonica2000/170.pdf](http://www.mincomunicaciones.gov.co/SBTL/RedesConmutacionTelefonica2000/170.pdf)

**ANEXOS**

ANEXO A: Recomendación E.170 de la CCITT (Comité Consultivo Internacional  
Telegráfico y Telefónico) ahora conocido como la ITU-T. RED TELEFÓNICA Y RDSI –  
EXPLOTACIÓN, NUMERACIÓN, ENCAMINAMIENTO Y SERVICIO MÓVIL.

ANEXO B: PLAN NACIONAL DE ENRUTAMIENTO – MINISTERIO DE  
COMUNICACIONES

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE COMUNICACIONES

Dirección de Planeación Sectorial

PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES  
I PARTE

# ANEXO A



PLANES TECNICOS BASICOS

Santafé de Bogotá, D.C. Agosto de 1993

# REPUBLICA DE COLOMBIA

## MINISTERIO DE COMUNICACIONES

### Dirección de Planeación Sectorial

1.	INTRODUCCION	1
2.	ANTECEDENTES	1
2.1	MARCO GENERAL DEL PLAN	1
2.1	NORMAS INTERNACIONALES	1
3.	OBJETO	2
4.	ALCANCE DEL PLAN	2
5.	CONCEPTOS RELATIVOS AL ENRUTAMIENTO	2
6.	TOPOLOGIA DE LA RED	3
6.1	ELEMENTOS DE RED	3
6.2	ARQUITECTURA DE LA RED	3
7.	ESQUEMAS DE ENRUTAMIENTO	4
8.	GRADO DE SERVICIO	5
9.	CRITERIOS DEL PLAN DE ENRUTAMIENTO	6
9.1	ESTRUCTURA DE ENRUTAMIENTO	7
9.2	ENRUTAMIENTO	8
9.3	ENRUTAMIENTO DE LOS NODOS	8
9.4	ENRUTAMIENTO EN LAS REDES INTERURBANAS	8
10.	CONTENIDO DEL PLAN DE ENRUTAMIENTO	9
10.1	CONSIDERACIONES GENERALES	9
10.2	DIRECTRICES	9
10.3	ENRUTAMIENTO POR SATELITE	10
10.4	ENRUTAMIENTO ENTRE REDES	11
10.5	CONEXION FICTICIA DE REFERENCIA	11
11.	GLOSARIO	12
	FIGURA No. 1	14
	FIGURA No. 2	15
	FIGURA No. 3	16
	FIGURA No. 4	16

## PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

### PLANES TECNICOS BASICOS

Santafé de Bogotá, D.C. Agosto de 1993

## CONTENIDO

### CAPITULO III

### PLAN NACIONAL DE ENRUTAMIENTO

1.	INTRODUCCION .....	1
2.	ANTECEDENTES .....	1
2.1	MARCO GENERAL DEL PLAN .....	1
2.2	NORMAS INTERNACIONALES .....	1
3.	OBJETO .....	2
4.	ALCANCE DEL PLAN .....	2
5.	CONCEPTOS RELATIVOS AL ENRUTAMIENTO .....	2
6.	TOPOLOGIA DE LA RED .....	3
6.1	ELEMENTOS DE RED .....	3
6.2	ARQUITECTURA DE LA RED .....	3
7.	ESQUEMAS DE ENRUTAMIENTO .....	4
8.	GRADO DE SERVICIO .....	5
9.	CRITERIOS DEL PLAN DE ENRUTAMIENTO .....	6
9.1	ESTRUCTURA DE ENRUTAMIENTO .....	7
9.2	ENRUTAMIENTO DE LAS LINEAS DE ABONADO .....	8
9.3	ENRUTAMIENTO DE LOS NODOS LOCALES .....	8
9.4	ENRUTAMIENTO EN LAS REDES INTERURBANAS .....	8
10.	CONTENIDO DEL PLAN DE ENRUTAMIENTO .....	9
10.1	CONSIDERACIONES GENERALES .....	9
10.2	DIRECTRICES .....	9
10.3	ENRUTAMIENTO POR SATELITE .....	10
10.4	ENRUTAMIENTO ENTRE REDES .....	11
10.5	CONEXION FICTICIA DE REFERENCIA .....	11
11.	GLOSARIO .....	12
	FIGURA No. 1 .....	14
	FIGURA No. 2 .....	15
	FIGURA No. 3 .....	16
	FIGURA No. 4 .....	16

### 2.2 NORMAS INTERNACIONALES

El Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico, CCITT, para obtener un servicio de telecomunicaciones internacionales de calidad alta y que permita la interconexión entre dos terminales ubicadas en cualquier lugar del mundo, ha expedido una serie de Recomendaciones para tal fin, entre las cuales están:

- Recomendación E.170, Encaminamiento del Tráfico
- Recomendación E.171, Plan de Encaminamiento Telefónico Internacional.
- Recomendación E.172, Encaminamiento de Llamadas con la RDSI

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**



**CAPITULO III; Error! Marcador no definido.  
PLAN NACIONAL DE ENRUTAMIENTO**

**1. INTRODUCCION**

El Plan Técnico Básico de Enrutamiento permite a las empresas operadoras de redes de telecomunicaciones del país, seleccionar la ruta más adecuada para su tráfico, garantizando una conexión de calidad satisfactoria entre dos terminales.

Este plan está de conformidad con las recomendaciones internacionales establecidas por el CCITT y debe ser aplicado en todos los proyectos de telecomunicaciones.

Las redes existentes, las ampliaciones de los actuales operadores de servicios de telecomunicaciones y las redes nuevas que se instalen, deben cumplir en todo, con el presente Plan Técnico de Enrutamiento.

**2. ANTECEDENTES**

**2.1 MARCO GENERAL DEL PLAN**

El Plan se enmarca dentro de la tendencia mundial hacia la globalización de las telecomunicaciones y la libre competencia en el sector.

**2.2 NORMAS INTERNACIONALES**

El Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico, CCITT, para obtener un servicio de telecomunicaciones internacionales de calidad alta y que permita la interconexión entre dos terminales ubicadas en cualquier lugar del mundo, ha expedido una serie de Recomendaciones para tal fin, entre las cuales están:

- Recomendación E.170, Encaminamiento del Tráfico
- Recomendación E.171, Plan de Encaminamiento Telefónico Internacional.
- Recomendación E.172, Encaminamiento de Llamadas con la RDSI

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**



- Recomendación I.335, Principios de Encaminamiento en la RDSI
- Recomendación Q.1031, Interfuncionamiento con la RDSI/RTPC
- Recomendación Q.1032, Reglas Generales de Encaminamiento

Dentro de las recomendaciones establece: las definiciones, la arquitectura de las diferentes redes de telecomunicaciones, los servicios que deben ser prestados y su calidad y los requisitos de interfuncionamiento entre ellas.

**3. OBJETO**

El objeto del plan es establecer los principios de enrutamiento para asegurar que las redes de telecomunicaciones funcionen de una manera coherente, lógica, eficiente y económica. Este plan es dinámico y será actualizado cuando las circunstancias tecnológicas y de servicio así lo exijan.

**4. ALCANCE DEL PLAN**

El plan de enrutamiento tiene en cuenta las diferentes redes de telecomunicaciones, las nuevas técnicas de enrutamiento y de control de tráfico en operación.

El ámbito de aplicación será a nivel nacional, regional, zonal y local y sus normas establecidas deben ser cumplidas en el diseño y operación de las redes de telecomunicaciones públicas actualmente en servicio y que se proyecten en un futuro.

Cada empresa que posea redes de telecomunicaciones públicas para la prestación de servicios o pretenda instalar nuevas redes, deberá elaborar su plan particular de enrutamiento teniendo en cuenta las especificaciones y directrices contenidas en el presente Plan Técnico Básico.

**5. CONCEPTOS RELATIVOS AL ENRUTAMIENTO**

La conexión de un abonado con otro se rige por ciertos principios de enrutamiento, siendo lo fundamental que la transmisión a través de la conexión establecida tenga una calidad aceptable. El aumento de usuarios, la aparición de diferentes redes y servicios, la progresiva entrada de RDSI nacionales y la introducción a nivel mundial de servicios

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

móviles terrestres públicos, conllevan a redes de telecomunicaciones más complejas. En consecuencia, es necesario establecer en la red reglas de enrutamiento de tráfico a través de los distintos elementos que las componen.

El plan de enrutamiento se basa en la totalidad de la red y en su arquitectura, la cual se describe mas adelante y se estructura en tres planos:

- a) Plano local,
- b) Plano nacional,
- c) Plano internacional.

La figura 1 muestra las convenciones utilizadas en el presente documento.

## **6. TOPOLOGIA DE LA RED**

### **6.1 ELEMENTOS DE RED**

Los elementos que conforman una red se pueden dividir en nodos locales, nodos de tránsito, nodos con funciones combinadas, interconectadas entre sí por haces de circuitos, rutas dimensionadas (Ver figura 2).

### **6.2 ARQUITECTURA DE LA RED**

El enrutamiento se basa en la arquitectura (estructura) de las redes de telecomunicaciones, la cual puede describirse según su propio modelo. Dichos modelos están orientados para cumplir lo más económicamente posible, los requisitos de transmisión, numeración, enrutamiento, señalización, tarificación, sincronización, seguridad y calidad de servicio.

Existen dos modelos básicos de arquitectura de la red, el modelo en estrella y el modelo en malla. La arquitectura de las redes reales es el resultado de una combinación de estos dos modelos, la cual depende del número de usuarios y de la configuración geográfica. Sin embargo, cuanto más moderna sea la red y mayor el tráfico cursado, mayor será el desplazamiento del modelo de estrella al de malla.



## PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

### 7. ESQUEMAS DE ENRUTAMIENTO

El esquema de enrutamiento define el procedimiento de puesta a disposición de un conjunto de rutas para establecer una comunicación entre un par de nodos.

El plan puede incorporar esquemas de enrutamiento jerárquicos, no jerárquicos, o ambos, con independencia de la organización de los nodos de conmutación.

Un esquema de enrutamiento jerárquico presenta un número de rutas directas de gran utilización, que desbordan hacia otras rutas a través de nodos de tránsito. La última tentativa de llamada que se puede ofrecer se hará sobre una ruta denominada de última elección o ruta final, la cual debe estar dimensionada para garantizar el grado de servicio deseado.

En una estructura de enrutamiento no jerárquica se permite un desbordamiento mutuo entre las diversas rutas, con el fin de mejorar la disponibilidad de los circuitos.

Es importante señalar que el concepto de enrutamiento jerárquico no tiene que relacionarse directamente con el concepto de jerarquía de red.

En una red de telecomunicaciones se pueden presentar los siguientes esquemas de enrutamiento:

#### i. Enrutamiento fijo.

Son aquellos esquemas en los cuales los cambios de elección de ruta para un tipo de alternativa de llamada, se requiere intervención manual, obteniendo como resultado un nuevo esquema fijo de encaminamiento.

#### ii. Enrutamiento dinámico.

Son aquellos esquemas en los cuales los cambios de elección de ruta se hacen de forma automática dependiendo de parámetros predeterminados relacionados con tiempo y/o estado de la red.

Dependiendo del tiempo: Aquel en el cual los enrutamientos se modificarán a horas fijas durante el día o la semana para poder satisfacer las demandas cambiantes de tráfico.

Dependiendo del estado: Aquel en el cual el enrutamiento variará automáticamente

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**



**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

según el estado de la red. Se dice en tal caso que los esquemas de enrutamiento son adaptativos.

El grado de servicio de un nodo de conmutación se expresa mediante el bloqueo iii. Enrutamiento alternativo.

Es aquel que ocurre cuando todos los circuitos que conforman un haz en particular están ocupados, produciéndose la escogencia entre circuitos de haces diferentes. Todos los esquemas de enrutamiento, excepto el más elemental, implican enrutamientos alternativos.

Para sacar el máximo beneficio del enrutamiento alternativo, es necesario que las mediciones y las previsiones del tráfico sean correctas y que el dimensionamiento y los métodos de control sean los adecuados.

Las tentativas de llamadas eficaces se deben enmarcar dentro de los niveles incluidos en la Recomendación E-426.

**8. GRADO DE SERVICIO**

Para efectos de este plan, se recomienda adoptar como mínimo el nivel medio de

El grado de servicio puede medirse como la reacción al flujo de tráfico ofrecido en condiciones normales, es decir, en ausencia de averías en la red y en el equipo de conmutación. El grado de servicio es por lo tanto, un elemento de la aptitud para cursar tráfico. Recomendación E-521. Sin embargo, su escogencia se hará teniendo en cuenta criterios técnico-económicos.

El grado de servicio en condiciones normales, depende de varios factores:

También se deben tener en cuenta las consideraciones relativas al grado de servicio

- El esquema de enrutamiento de la red.
- La probabilidad de bloqueo del equipo de conmutación y de la red de enlaces.
- El método utilizado para medir el tráfico, para dimensionar la red de enlaces y adaptarse a la carga ofrecida.
- Las diferencias en el tiempo entre las horas cargadas de los diferentes grupos de enlaces en la red.

Al dimensionar la red y el equipo de conmutación se utilizan criterios relativos al grado de servicio, para proporcionar al usuario un cierto nivel de calidad del servicio.

Como criterios para el plan de enrutamiento, se dan una serie de pautas y definiciones

Una red jerárquica con enrutamiento alternativo se dimensiona con base en una probabilidad de bloqueo en la elección final de los grupos de enlaces.

El valor medio de la probabilidad de bloqueo de extremo a extremo es una

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

consecuencia del diseño y no puede fijarse como objetivo.

El grado de servicio de un nodo de conmutación se expresa mediante el bloqueo interno y los retardos ocurridos dentro del sistema.

Además de las mediciones en erlangs conviene considerar la composición del tráfico. En la mayoría de los casos predomina el servicio telefónico normal conmutado aunque por la misma red pueden ir otros servicios, tales como datos, facsímil, llamadas libres y servicio móvil, que pueden tener necesidades de enrutamiento distintas.

Los indicadores generales que deben tenerse en cuenta para el diseño de las redes de telecomunicaciones son:

Las tentativas de llamadas eficaces se deben enmarcar dentro de los niveles incluidos en la Recomendación E-426.

Para efectos de este plan, se recomienda adoptar como mínimo el nivel medio de tentativas de llamadas eficaces entre el 30 y el 60%.

El bloqueo medio durante la hora cargada, de los 30 días más cargados del año, se incluye en la Recomendación E-521. Sin embargo, su escogencia se hará teniendo en cuenta criterios técnico-económicos.

También se deben tener en cuenta las consideraciones relativas al grado de servicio formuladas en la Recomendación E-522.

A fin de evitar problemas referentes al grado de servicio, se debe considerar:

1. El análisis de perfiles de tráfico durante 24 horas.
2. El intercambio de información sobre el estado de la red entre los diferentes operadores.

## **9. CRITERIOS DEL PLAN DE ENRUTAMIENTO**

Como criterios para el plan de enrutamiento, se dan una serie de pautas y definiciones que deben tenerse en cuenta para el diseño y funcionamiento de las redes de telecomunicaciones.

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

**9.1 ESTRUCTURA DE ENRUTAMIENTO**

La estructura de una red es un proceso continuo que se desarrolla paralelamente con el crecimiento de las redes, con el cubrimiento de las necesidades de nuevos servicios a sus usuarios y con los métodos operacionales empleados para la explotación de los mismos.

Como se mencionó anteriormente, la estructura de las redes es la base del plan y contempla entre otros, los siguientes tipos de enrutamiento: en tránsito, jerárquico, no jerárquico, en malla y en estrella.

**Red en malla:** Es aquella que tiene una estructura en la que cada nodo está directamente conectado con todos los demás. Por lo tanto, no tiene nodos de tránsito, puesto que las llamadas entre nodos se encaminan a través de un haz de circuito como máximo.

Esta configuración sería costosa para una red grande. Para el caso de circuitos unidireccionales en una red de  $n$  nodos, se requerirían  $n(n-1)$  haces.

El principio de una red en malla se ilustra en la figura 3.

**Red en estrella:** Es aquella en que todas las llamadas entre dos nodos de conmutación del mismo nivel pasan a través de rutas directas a un nodo intermedio. En este tipo de red es necesario que todos los nodos estén conectados por rutas directas a dicho nodo intermedio. Este nodo se denomina comúnmente nodo de tránsito. Si dicho nodo conmuta principalmente tráfico local, se le designa nodo de tránsito local, mientras que si conmuta principalmente tráfico interurbano, se le designa nodo de tránsito interurbano.

En la figura 4 se representa una configuración de red en estrella.

En esta configuración simple, las llamadas entre las centrales A., B. y C. están encaminadas a través del centro de tránsito T.

**Redes combinadas:** Las formaciones en malla y en estrella coexisten en la práctica en las redes de telecomunicaciones.

La estructura en estrella es adecuada en aquellos casos en los que el volumen de tráfico entre los nodos es poco elevado, mientras que cuando el tráfico entre estos nodos es muy intenso, se puede optar por una formación en malla.

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

**9.2 ENRUTAMIENTO DE LAS LINEAS DE ABONADO**

De acuerdo con el número de líneas de abonado, la densidad, la distancia y parámetros intrínsecos de los medios de transmisión usados, se determina el enrutamiento de las líneas de abonado. La optimización técnico y económica de los parámetros antes mencionados, da como resultado las siguientes alternativas:

- a) **Conexión directa:** consiste en disponer un medio de transmisión entre el equipo terminal del abonado y el nodo que le da servicio; es la más usada cuando los parámetros de transmisión, las condiciones topográficas y el aspecto económico lo permiten.
- b) **Multiplexores:** el uso de multiplexores es generalmente la solución óptima cuando haya núcleos distantes que tengan y hayan de seguir teniendo un reducido número de abonados.
- c) **Concentradores:** básicamente cumplen una función de concentración de tráfico, incluye un bloque de conmutación que permite realizar funciones limitadas. Opcionalmente estas unidades pueden proporcionar la función de tarificación independiente de la central matriz de la que dependen.

**9.3 ENRUTAMIENTO DE LOS NODOS LOCALES**

Las conexiones entre nodos locales deberán garantizar el acceso hacia y desde todos los usuarios, según su categoría y clase.

En la práctica las redes son una combinación de estructuras en malla y estrella, con rutas directas y alternativas, aunque redes con pequeños números de nodos, básicamente serán en estrella.

Es indispensable conectar los nodos locales a los nodos interurbanos, bien sea a través de rutas directas o mediante rutas alternativas.

Los medios de transmisión, el número de enlaces y las trayectorias de éstos, serán el resultado de optimizaciones técnico económicas de cada red y elaboradas por cada operador.

**9.4 ENRUTAMIENTO EN LAS REDES INTERURBANAS**

**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

Las redes interurbanas tendrán como función la interconexión de distintas redes locales y además la posibilidad de dar acceso a las redes internacionales.

Básicamente se utilizarán los mismos enrutamientos de las redes locales, mencionados anteriormente.

**10. CONTENIDO DEL PLAN DE ENRUTAMIENTO**

**10.1 CONSIDERACIONES GENERALES**

El plan de enrutamiento incluye los delineamientos generales para todas las redes de telecomunicaciones de Colombia. Dicho plan está enmarcado en ciertas directrices generales y específicas, las cuales se dan a continuación:

**10.2 DIRECTRICES**

**10.2.1 DIRECTRICES GENERALES**

La red debe disponer de la facilidad de desborde. Según este concepto, cuando un nodo no encuentra un circuito libre para encaminar una comunicación por una ruta directa, debe dirigir automáticamente esta llamada hacia otra ruta alternativa y así sucesivamente. En ningún caso se encamina una comunicación por un nodo de tránsito ya atravesado.

El orden de selección de las rutas alternativas se debe basar en criterios técnico-económicos.

En el caso de explotación bidireccional, el orden de elección en los dos extremos, debe ser tal que las tomas simultáneas se reduzcan a un mínimo, de acuerdo con la Recomendación Q12.

**10.2.2 EN EL PLANO INTERNACIONAL**

Las definiciones y normas relativas al enrutamiento de la red internacional se encuentran descritas en la recomendación No. E-171 del CCITT, la cual se acoge.



**MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL**

**PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE**

Para los efectos de este plan, se considera a Colombia como un país de mediana extensión.

**10.4 ENRUTAMIENTO ENTRE REDES**

**10.2.3 EN EL PLANO NACIONAL Y LOCAL**

La estructura básica de las redes nacionales tiene carácter jerárquico con un máximo de 4 niveles, según las recomendaciones del CCITT, las cuales se indican a continuación:

**Nodo Terciario:** Normalmente conocido como **Nodo Nacional**, se encarga de la conexión entre los circuitos nacionales y los internacionales.

**Nodos Secundarios:** Son nodos regionales a los cuales están conectados los nodos primarios para establecer las comunicaciones interurbanas.

**Nodos Primarios:** Son nodos a los cuales están conectados los nodos locales y los nodos de grupo y por medio de los cuales se establecen las comunicaciones interurbanas.

**Nodo Local (Nodo Terminal):** Se define como nodo local o terminal, aquel nodo al que se conectan normalmente abonados y constituyen la parte más baja de la red desde el punto de vista jerárquico.

**10.3 ENRUTAMIENTO POR SATELITE**

La inclusión de circuitos por satélites con asignación previa fija o variable en el tiempo, no implica cambio alguno en los principios fundamentales del plan de enrutamiento; sin embargo, el tiempo de propagación inherente a circuitos de esta naturaleza es la causa principal para establecer ciertas normas y procedimientos de enrutamiento que permitan cumplir con los límites impuestos por el Plan Técnico de Transmisión.

Se deben tomar todas las medidas necesarias para impedir la inclusión de dos o más enlaces por satélite en una comunicación nacional.

*Las comunicaciones internacionales no deben utilizar más de un enlace por satélite en el sistema nacional; en este caso y con el fin de facilitar el cumplimiento de la exigencia anterior, conviene informar a los nodos de tránsito subsiguientes mediante señalización, la existencia de un enlace por satélite en la conexión. Durante el*



## PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

siguiente proceso de enrutamiento en la parte nacional, el nodo o los nodos de tránsito deberán elegir un enlace terrestre.

*En la conexión ficticia de referencia se recomienda no utilizar más de dos nodos de tránsito a nivel interurbano, ni más de uno a nivel local.*

### 10.4 ENRUTAMIENTO ENTRE REDES

*Para efectos de una conexión internacional, el enrutamiento nacional de la conexión ficticia*

Los diferentes operadores de redes de telecomunicaciones garantizarán puntos de acceso en sus redes para efectos de interconexión con las otras redes.

El operador de cada red debe estimar el interés de su tráfico originado hacia las demás redes y seleccionar y proponer los puntos de acceso a los diferentes operadores de otras redes.

*Bloqueo: Estado en el cual resulta imposible el establecimiento inmediato de una*

Los nodos de acceso deben cumplir exigencias técnicas, comerciales y administrativas que permitan garantizar oportunidades iguales de acceso a los diferentes operadores de otras redes.

Cuando se requiera el interfuncionamiento entre la RTPC y la RPDCP ó la RDSI, se considerarán cuidadosamente los requisitos necesarios, respecto a la cantidad, capacidad y ubicación de Unidades de Interfuncionamiento (UIF).

*Conexión: Sobrecarga de un elemento de red que provoca una reducción sensible*

Las unidades de interfuncionamiento se podrán ubicar en cualquier nivel jerárquico de la red, incluyendo el nivel de nodo local.

*Enrutamiento: El término enrutamiento tiene la misma acepción dada a*

Se prevé el servicio de conmutación por paquetes entre los abonados de la RDSI y de la RPDCP, mediante las UIF. Para ello se contemplan dos disposiciones de interfuncionamiento, a saber: el escenario de integración mínimo y el escenario de integración máximo, que se describen en la Recomendación X-31 del CCITT (I- 462, X-325).

*Haz de circuitos: Conjunto de circuitos que se manejan como una unidad de*

En ambos casos se decidirán las cantidades y ubicación de las UIF, en función del volumen y distribución geográfica del tráfico de interfuncionamiento.

*Jerarquia de Red: Ordenamiento de los niveles de una red nacional en la que se*

*asigna a cada nodo un nivel y unas funciones específicas dentro de la red.*

### 10.5 CONEXION FICTICIA DE REFERENCIA

*Nodo: Punto en donde están interconectados uno o más equipos*

Se define como el número de elementos de una red, que se combinan para satisfacer los requisitos de calidad de la misma para el 95% de los casos de una conexión.

El número de tránsitos en la conexión ficticia de referencia se determina considerando el número máximo de enlaces, según la estructura jerárquica de conmutación de

MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL



PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

circuitos usada en Colombia, como se muestra en la figura 2.

En la conexión ficticia de referencia se recomienda no utilizar más de dos nodos de tránsito a nivel interurbano, ni más de uno a nivel local.

Para efectos de una conexión internacional el segmento nacional de la conexión ficticia de referencia, no utilizará más de cuatro nodos de tránsito, según lo establecido en la Recomendación G- 101.

11. GLOSARIO

**Bloqueo:** Estado en el cual resulta imposible el establecimiento inmediato de una comunicación por estar inaccesibles los recursos.

**Circuito:** Elemento de red que conecta dos nodos.

**Circuito Virtual:** Medio que la red pone a disposición de dos usuarios para el intercambio de paquetes de datos.

**Congestión:** Sobrecarga de un elemento de red que provoca una reducción sensible de su capacidad para establecer comunicaciones.

**Enrutamiento:** El término enrutamiento tiene la misma acepción dada a ENCAMINAMIENTO por el CCITT.

**Grado de servicio:** Conjunto de variables de ingeniería de tráfico utilizadas para tener una medida de la aptitud de un grupo de elementos de red en condiciones específicas.

**Haz de circuitos:** Conjunto de circuitos concebidos como una unidad de encaminamiento.

**Jerarquía de Red:** Ordenamiento de los nodos de una red nacional en la que se asigna a cada nodo un nivel y unas funciones específicas dentro de la red.

**Nodo:** Punto en donde están interconectados uno o más equipos.

**Nodo Local:** Nodo de red que enlaza el interfaz directamente con el equipo de usuario.

**Nodo de Tránsito:** Nodo de red que enlaza con otros nodos y no directamente con el equipo de usuario.

MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL

PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

**Red de Telecomunicaciones:** Conjunto de nodos y enlaces que proporcionan conexiones entre dos o más puntos definidos, para facilitar la telecomunicación entre ellos.

**Ruta:** Uno o más haces de circuito que proporcionan una conexión entre nodos.

**Ruta Directa:** Consiste en uno o varios haces de circuitos que conectan nodos adyacentes.

**Ruta Final:** Con respecto a una determinada parte del tráfico, ruta que constituye el haz de circuitos de última elección.



PLAN DE ENCAMINAMIENTO



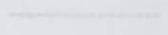
CONVENCIONES



RUTA FINAL



RUTA DE GRAN UTILIZACIÓN



RUTA DIRECTA



DESBORDAMIENTO

FIGURA No. 1

EJEMPLO DE UN PLAN DE ENCAMINAMIENTO  
JERARQUICO

MINISTERIO DE COMUNICACIONES  
DIRECCION DE PLANEACION SECTORIAL

PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

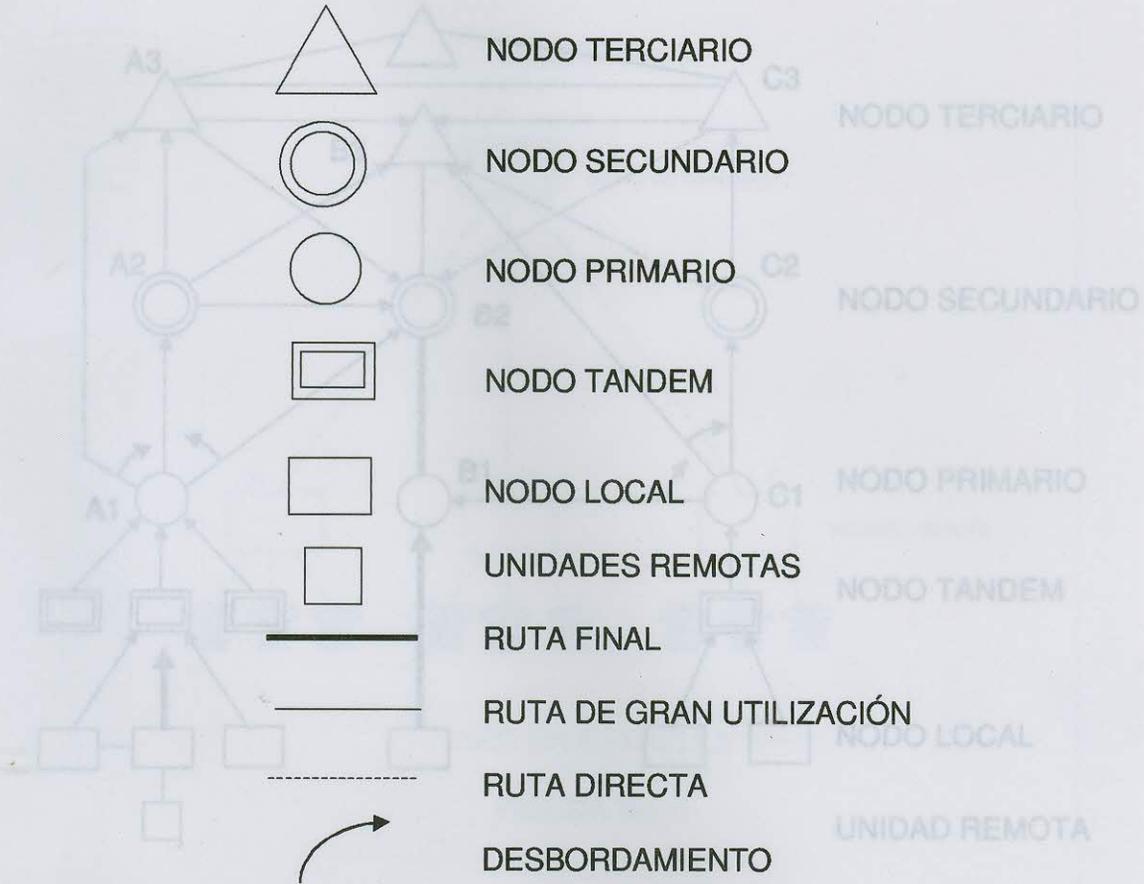
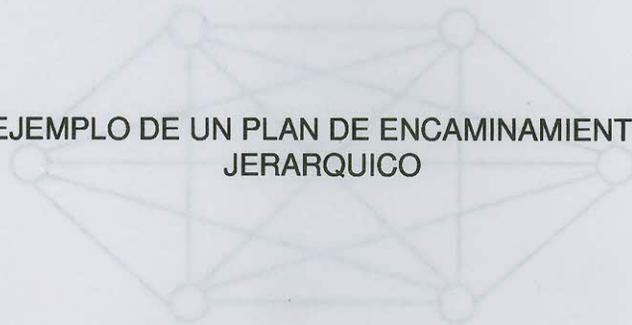


FIGURA No. 1

EJEMPLO DE UN PLAN DE ENCAMINAMIENTO  
JERARQUICO



PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

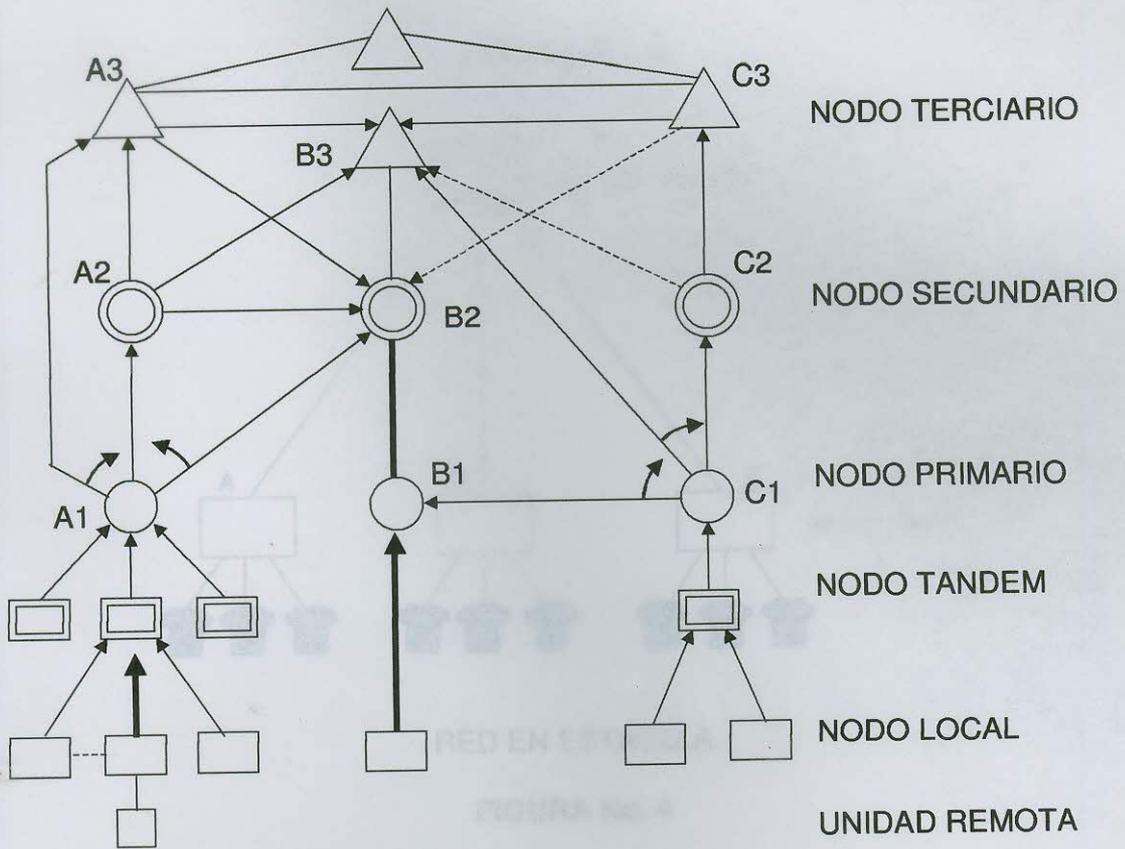
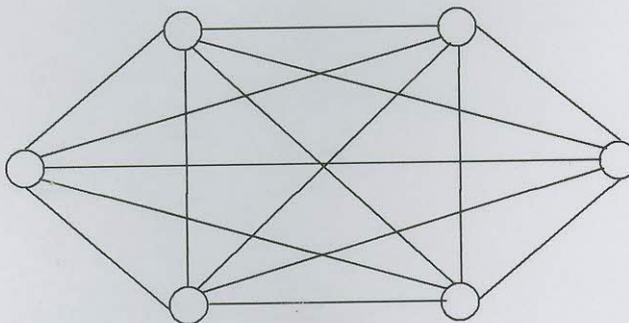


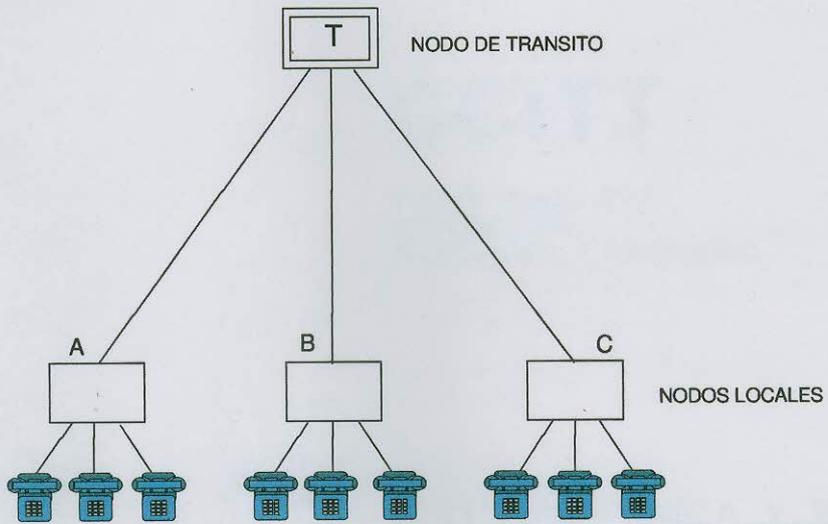
FIGURA No. 2



RED EN MALLA

PLAN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES I PARTE

FIGURA No. 3



RED EN ESTRELLA

FIGURA No. 4

**IMPACTO DEL PLAN TÉCNICO BÁSICO DE ENRUTAMIENTO EN LAS REDES DE NUEVA  
GENERACIÓN NGN  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CATÓLICA POPULAR DEL RISARALDA**

---



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

E.170

(10/92)

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
DE TELEFONÍA Y TELEFÓNICO

# ANEXO B



---

ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO



Recomendación E.170

---



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

PREFACIO

**CCITT**

**E.170**

COMITÉ CONSULTIVO  
INTERNACIONAL  
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

(10/92)

**RED TELEFÓNICA Y RDSI  
EXPLOTACIÓN, NUMERACIÓN,  
ENCAMINAMIENTO Y SERVICIO MÓVIL**

NOTAS DEL CCITT

**ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO**



Recomendación E.170

© UIT 1993

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sin la autorización o el consentimiento, de UIT.

ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO

(revisado en 1993)



1. Introducción

1.1. Objetivos del encaminamiento del tráfico

PREFACIO

El objetivo del encaminamiento es establecer una conexión entre dos centros cualesquiera de la red. La función de encaminamiento del tráfico es la selección de un haz de circuitos determinado, para un trazo de llamada o flujo de...

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Plenaria del CCITT, que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiarse y aprueba las Recomendaciones preparadas por sus Comisiones de Estudio. La aprobación de Recomendaciones por los miembros del CCITT entre las Asambleas Plenarias de éste es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 2 del CCITT (Melbourne, 1988).

La Recomendación E.170 ha sido revisada por la Comisión de Estudio II y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 30 de octubre de 1992.

Las condiciones de tráfico o de sobrecarga pueden exigir modificaciones temporales de los parámetros o algoritmos de encaminamiento. Se considera que ésta es una acción de gestión de red y se describe en las Recomendaciones de la serie E.170.

1.2. Tipología de red

1.2.1. Elementos de red

Una red compuesta por varios nodos (centros de conmutación) interconectados por haces de circuitos (trazos de comunicación). Puede haber varios haces de circuitos directos entre un par de nodos, haces que pueden ser unidireccionales o bidireccionales. El diagrama de la figura 1/E.170 representa varias situaciones posibles.

NOTAS DEL CCITT

- 1) En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación reconocida de telecomunicaciones.
- 2) En el anexo A, figura la lista de abreviaturas utilizadas en la presente Recomendación.

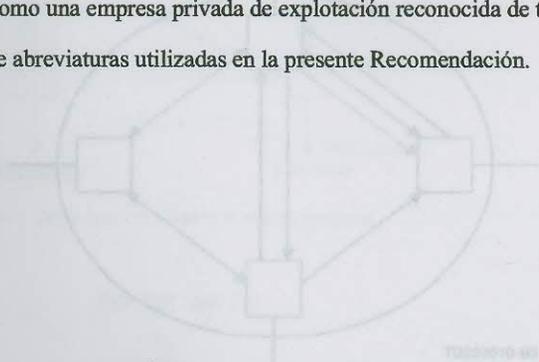


FIGURA 1/E.170

© UIT 1993

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.



ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO

(revisada en 1992)

1 Introducción

1.1 Objetivo del encaminamiento del tráfico

El objetivo del encaminamiento es establecer una conexión entre dos centrales cualesquiera de la red. La función de encaminamiento del tráfico es la selección de un haz de circuitos determinado, para un intento de llamada o flujo de tráfico dados, en una central de la red. Por tanto, en la presente Recomendación no se considera la selección de circuitos individuales dentro de un haz de circuitos. La elección de un haz de circuitos puede ser afectada por la información sobre la disponibilidad de elementos de la red hacia el destino.

1.2 Alcance de la Recomendación

Esta Recomendación tiene en cuenta la gama de nuevas técnicas de encaminamiento y de control del tráfico que proporcionan las centrales con control por programa almacenado (SPC, stored program controlled) y los sistemas de señalización por canal común.

En las Recomendaciones E.171 (Plan de encaminamiento telefónico internacional) y E.172 (Encaminamiento de llamadas con la RDSI) figura información adicional sobre encaminamiento.

Las condiciones de fallo o de sobrecarga pueden exigir modificaciones temporales de los patrones o algoritmos de encaminamiento. Se considera que ésta es una acción de gestión de red y se describe en las Recomendaciones de la serie E.400.

1.3 Topología de red

1.3.1 Elementos de red

Una red comprende varios nodos (centros de conmutación) interconectados por haces de circuitos (rutas dimensionadas). Puede haber varios haces de circuitos directos entre un par de nodos, haces que pueden ser unidireccionales o bidireccionales. El diagrama de la figura 1/E.170 representa varias situaciones posibles.

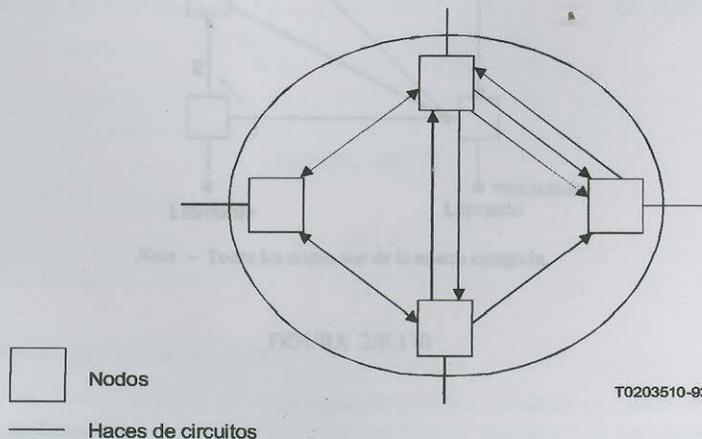


FIGURA 1/E.170



### 2.2.1 Patrón de encaminamiento fijo

Los patrones de encaminamiento de la red pueden ser fijos en la medida en que los cambios de las elecciones de ruta para un tipo dado de intento de llamada requieren intervención manual. Los cambios representan entonces un cambio «permanente» del patrón de encaminamiento (por ejemplo, la introducción de nuevas rutas requiere un cambio de un patrón fijo de encaminamiento).

### 2.2.2 Patrón de encaminamiento dinámico

Los patrones de encaminamiento pueden incorporar también variaciones automáticas frecuentes. Estos cambios pueden depender del tiempo, del estado y/o del evento.

La actualización de los patrones de encaminamiento puede hacerse periódica o aperiódicamente, de manera predeterminada, según el estado de la red o según que las llamadas se completen o no.

#### 2.2.2.1 Encaminamiento dependiente del tiempo

Los patrones de encaminamiento se modificarán a horas fijas durante el día (o la semana) para poder satisfacer las demandas cambiantes del tráfico. Es importante señalar que estos cambios se planifican previamente y se efectuarán de manera coherente durante un largo periodo de tiempo.

#### 2.2.2.2 Encaminamiento dependiente del estado

Los patrones de encaminamiento variarán automáticamente según el estado de la red. Se dice en tal caso que los patrones de encaminamiento son adaptativos.

Para soportar este tipo de patrón de encaminamiento, es necesario recoger información sobre el estado de la red. Por ejemplo, cada central puede mantener registros de llamadas completadas o de la ocupación de haces de circuitos interurbanos de salida. Esta información puede distribuirse a través de la red a otras centrales o introducirse en una base de datos centralizada.

Sobre la base de esta información del estado de la red se adoptarán decisiones de encaminamiento en cada central o en un procesador central que sirva a todas las centrales. Véase la figura 3/E.170.

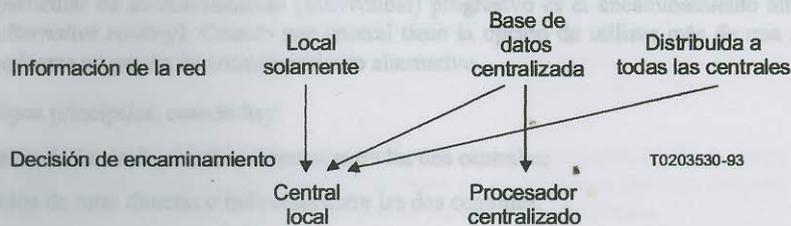


FIGURA 3/E.170

#### 2.2.2.3 Encaminamiento dependiente del evento

Los patrones de encaminamiento se actualizarán localmente teniendo en cuenta si se completan o no las llamadas para una determinada opción. Cada central tendrá una lista de opciones y la actualización favorecerá a las que se completen y disuadirá las que experimenten congestión.

### 2.3 Selección de rutas

La selección de rutas consiste en seleccionar realmente una ruta definida para una llamada determinada.

**Secuencial:** las rutas de un conjunto se prueban siempre según una secuencia y se elige la primera disponible.

*No secuencial:* las rutas de un conjunto se prueban en un orden no determinado.

La decisión de seleccionar una ruta puede basarse en el estado del haz de circuitos de salida o en el estado de la serie de haces de circuitos de la ruta. En cualquiera de los dos casos, puede basarse siempre en el trayecto de llegada de entrada, la clase de servicio o el tipo de la llamada que ha de encaminarse. Un ejemplo de esto es la reserva selectiva de circuitos.

### 3 Procedimiento de control de la llamada

Los procedimientos de control de la llamada definen el conjunto completo de señales interactivas necesarias para establecer, mantener y liberar una conexión entre centrales. A continuación se describen dos tipos principales de procedimientos de control de llamadas.

#### 3.1 Control de llamada progresivo

El control de llamada progresivo utiliza la señalización enlace por enlace para transmitir controles de supervisión secuencialmente de una central a la central siguiente. Este tipo de control puede ser irreversible o reversible. Cuando es irreversible, el control se transmite hacia la central de destino. El control es reversible cuando puede transmitirse hacia atrás (un nodo como máximo), hacia la central de origen, utilizando el reencaminamiento automático (*crankback*).

#### 3.2 Control de llamada en origen

El control de llamada en origen requiere que la central de origen mantenga el control de la llamada completada hasta que se haya completado una conexión entre las centrales de origen y de destino.

### 4 Aplicaciones

#### 4.1 Encaminamiento alternativo automático

Un tipo particular de encaminamiento (irreversible) progresivo es el encaminamiento alternativo automático (AAR, *automatic alternative routing*). Cuando una central tiene la opción de utilizar más de una ruta hasta la central siguiente, puede emplearse un patrón de encaminamiento alternativo.

Hay dos tipos principales, cuando hay:

- elección de haces de circuitos directos entre las dos centrales;
- elección de rutas directas o indirectas entre las dos centrales.

El encaminamiento alternativo se produce cuando todos los circuitos apropiados de un haz están ocupados. Varios haces de circuitos pueden probarse secuencialmente. El orden de prueba será fijo o dependiente del tiempo.

#### 4.2 Reencaminamiento automático

El reencaminamiento automático (ARR, *automatic rerouting*) es una facilidad de encaminamiento que permite la conexión de intentos de llamada que encuentran congestión durante la fase inicial de establecimiento de la comunicación.

Si se recibe de la central B (véase la figura 4/E.170) una señal que indica congestión, tras la toma de un enlace saliente de la central A, la llamada puede reencaminarse en A.

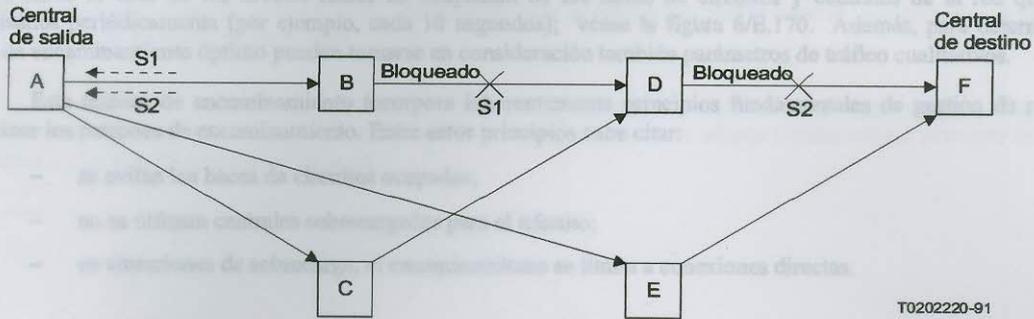
Sin embargo, es posible mejorar la situación utilizando señales distintas para indicar congestión, denominadas S1 y S2:

- S1 indica que se ha producido congestión en enlaces salientes de la central B;
- S2 indica que se ha producido congestión más lejos, por ejemplo, en los enlaces salientes de D.

La acción que debe ejecutarse en la central A al recibirse S1 o S2 puede ser bloquear la llamada o reencaminarla; la elección de la acción en la central A está sujeta a acuerdo bilateral.



En el ejemplo de la figura 4/E.170, una llamada procedente de A y dirigida a D se encamina a través de C porque el haz de circuitos B-D se encuentra congestionado (indicador S1) y una llamada procedente de A y dirigida a F se encamina a través de E porque el haz de circuitos D-F se encuentra congestionado (indicador S2).



Nota - El bloqueo entre B y D activa la señal S1 dirigida a A, y el bloqueo entre D y F activa la señal S2 dirigida a A.

FIGURA 4/E.170

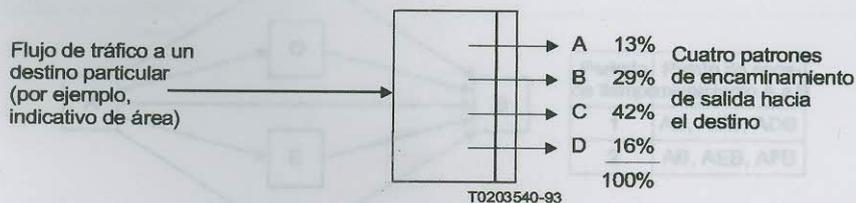
Convendría que las Administraciones considerasen el incremento de la carga de señalización y del número de operaciones de establecimiento de comunicación que produce la utilización de estas señales. Si dicho incremento es inaceptable, las Administraciones pueden restringir el número de reencaminamientos o limitar esta capacidad de señalización a un número menor de centrales.

Por último, hay que evitar los encaminamientos circulares, que hacen que la llamada vuelva al punto en el que apareció el bloque durante el establecimiento de la comunicación.

#### 4.3 Compartición de la carga

Todos los patrones de encaminamiento dan como resultado la compartición de la carga de tráfico entre los elementos de la red. Sin embargo, pueden desarrollarse patrones de encaminamiento para asegurar que los intentos de llamada se ofrecen a elecciones de rutas de acuerdo con una distribución preplanificada.

La figura 5/E.170 ilustra esta aplicación de compartición de la carga que puede ponerse a disposición como una función del soporte lógico de las centrales SPC. El sistema funciona distribuyendo los intentos de llamada a un destino particular en una proporción fija entre los patrones de encaminamiento de salida especificados.



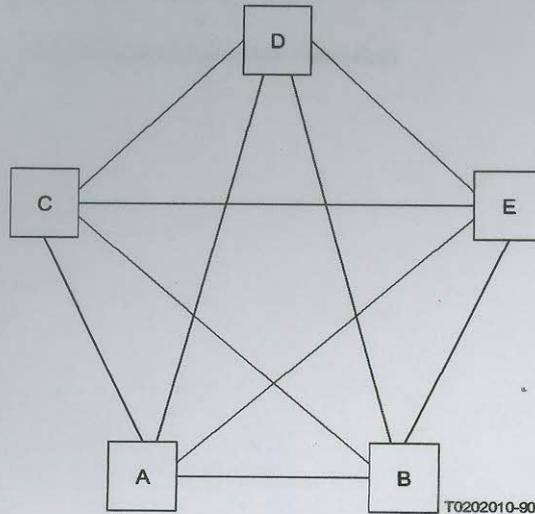
Nota - Cada patrón de encaminamiento de salida (A, B, C, D) puede incluir opciones de encaminamiento alternativo.

FIGURA 5/E.170

#### 4.4.3 Ejemplo de encaminamiento dependiente del evento

En una red totalmente conectada, las llamadas entre cada par de centrales de salida y destino tratan de encaminarse por la ruta directa con un trayecto alternativo de dos enlaces seleccionado dinámicamente. Mientras las llamadas se encaminen con éxito por un trayecto de dos enlaces, se mantendrá esa alternativa. Cuando no sea así, se seleccionará un nuevo trayecto alternativo de dos enlaces. Esta actualización podría hacerse, por ejemplo, al azar o en función por el éxito de llamadas anteriores.

Este tipo de patrón de encaminamiento encamina el tráfico evitando los enlaces congestionados, adoptándose las opciones de ruta que permiten completadas las llamadas. Es sencillo, se adapta rápidamente a patrones de tráfico cambiantes y sólo requiere información local.



Patrón de encaminamiento de A a B		
Opción	Actual	Cuando no se completa la llamada
1	AB	AB
2	AEB	ACB

## 5 Antecedentes de la Recomendación

Se publicó por primera vez en 1988 (*Libro Azul*).

Revisada en 1992.

ANEXO A

(a la Recomendación E.170)

**Lista por orden alfabético de las abreviaturas  
contenidas en esta Recomendación**

- AAR Encaminamiento alternativo automático (*automatic alternative routing*)
- ARR Reencaminamiento automático (*automatic rerouting*)
- ISC Centros de conmutación internacional (*international switching centre*)
- SPC Control por programa almacenado (*stored program controlled*)

