

POLITICAS DE MIGRACION HACIA LAS REDES CONVERGENTES

**GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO SALAZAR
BAYRON JOAQUIN OSPINA TRESPALACIOS**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y ELECTRICA
CARTAGENA D.T. Y C.**

2007

POLITICAS DE MIGRACION HACIA LAS REDES CONVERGENTES

**GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO SALAZAR
BAYRON JOAQUIN OSPINA TRESPALACIOS**

**Monografía para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

**Director
ING. DAVID SENIOR ELLES
MsC**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y ELECTRICA
CARTAGENA D.T. Y C.
2007**

Cartagena de Indias, 13 de Enero de 2007

Señores

Comité curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Respetados Señores:

Por medio de la presente me permito informarles que la monografía titulada **“POLITICAS DE MIGRACION HACIA LAS REDES CONVERGENTES”** ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como autores de la monografía consideramos que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente:

GUSTAVO A. ZAMBRANO SALAZAR
C.C # 73'353.048 de Turbana

BAYRON J. OSPINA TRESPALACIO
C.C. # 3'838.696 de Corozal

Cartagena de Indias, 13 de Enero de 2007

Señores

Comité curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Universidad Tecnológica de Bolívar

Ciudad

Respetados Señores:

Cordialmente me permito informarles, que he llevado a cabo la dirección trabajo de grado de los estudiantes **GUSTAVO A ZAMBRANO SALAZAR y BAYRON J OSPINA TRESPALACIOS**, titulado **“POLITICAS DE MIGRACION HACIA LAS REDES CONVERGENTES”**.

Atentamente:

DAVID SENIOR ELLES

C.C # 9.098.106 de Cartagena

Nota de Aceptación

**Firma del presidente del
Jurado**

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias, D. T. y C., 13 de Enero de 2007

AUTORIZACION

Yo, **GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO SALAZAR**, identificado con la cedula de ciudadanía numero 73'353.048 de turbana, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, hacer buen uso de mi trabajo de monografía y publicarlo en el catalogo en línea de la Biblioteca.

GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO SALAZAR

AUTORIZACION

Yo, **BAYRON JOAQUIN OSPINA TRESPLACIOS**, identificado con la cedula de ciudadanía numero 3'838.696 de Corozal, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar, hacer buen uso de mi trabajo de monografía y publicarlo en el catalogo en línea de la Biblioteca.

BAYRON JOAQUIN OSPINA TRESPLACIOS

DEDICATORIAS

Este trabajo es dedicado a mi Dios por darme la vida todo lo que me rodea, a mi familia que con todo su esfuerzo y su apoyo me han llevado hasta donde hoy me encuentro, a mi Papá, a mi Mamá, a mis hermanos por todos sus consejos y dedicación, a mis amigos que siempre están allí ante toda clase de adversidades.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de igual forma a mi papa Dios, a mis padres Nancy y Jaime por su apoyo incondicional en las buenas y en las malas, a mis hermanos, vecinos y amigos que siempre estuvieron siempre ahí y colaboraron de alguna u otra forma a la realización de este trabajo. A los profesores de mi carrera como son: mi director monografía de Ing. David Senior, Ing. Gonzalo López, Ing. William Cuadrado, Ing. Enrique Vanegas, Ing. Eduardo Gómez, Ing. Sonia Contreras; a todos ellos mil y mil gracias por haberme hecho una mejor persona de buenos principios y todo un profesional y también por ese gran aporte de conocimiento que me han brindado el cual es muy importante para enfrentar una nueva vida como un profesional.

GUSTAVO ADOLFO ZAMBRANO SALAZAR

AGRADECIMIENTOS

DRA. PATRICIA MARTINEZ BARRIOS. Rectora de la Universidad Tecnológica de Bolívar. **ING. JORGE ELIECER DUQUE.** Decano de facultad de ingeniería eléctrica y electrónica. Le doy gracias ha Dios por haber iluminado mi sendero, hasta llevarme ha culminar esta meta la cual pondré en practica hoy, mañana y siempre al servicio de la comunidad. A mi madre gracias, por sus valores su apoyo moral, económico, ético y social. Que día tras día demostró con mucho empeño y responsabilidad. A mis profesores gracias por su enseñanza, que sin escatimar esfuerzos, demostraron con favor y dedicación esta ardua misión. Al sector administrativo gracias por su colaboración y eficiencia, en el manejo de sus funciones. Al sector operativo gracias por su apoyo incondicional. A todos mis familiares y compañeros gracias por su solidaridad. A esta institución de educación superior no le digo adiós, si no hasta luego, la llevare siempre en mi corazón ya que cumplió con su misión. La cual es la de formar profesionales idóneos, analíticos, demócratas y con una gran convivencia ciudadana. Que dios los bendiga y derrama muchas bendiciones y prosperidad en los años venideros. Gracias.

BAYRON JOAQUIN OSPINA TRESPALACIOS.

TABLA DE CONTENIDO

Pág

GLOSARIO	16
RESUMEN	23
INTRODUCCION	25
1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES CONVERGENTES	27
1.1 Definición de una red convergente	27
1.2 ¿Porque migrar a redes independientes de voz y datos a una única solución integrada?	28
1.2.1 Desde el punto de vista comercial.....	28
1.2.1.1 impacto en los negocios.....	28
1.2.2 Viabilidad de las redes convergentes.....	29
1.2.2 Desde el punto de vista tecnológico.....	29
1.3 Elementos Estructurales de una Red Convergente	30
1.3.1 Voz a través de IP (VoIP).....	30
1.3.2 Centro de contacto IP.....	30
1.3.3 Mensajería Unificada.....	30
1.3.4 Telefonía IP.....	30
2. PROTAGONISTAS EN LAS REDES CONVERGENTES	32
2.1 El Catalizador de la Convergencia -IMS-	32
2.2 IMS en el proceso de Convergencia	39
2.3 Soft-Switches en NGN	51
2.3.1 Etapa de línea y de grupo en la arquitectura softswitch.....	52
2.3.2 Arquitectura Funcional de una red con Softswitch sus elementos y sus relaciones.....	53
2.3.2.1 Gateway Controller.....	53
2.3.2.2 Signalling Gateway.....	54
2.3.2.3 Media Gateway.....	56
2.3.2.4 Media Server.....	57
2.3.2.5 Feature Server.....	58
2.3.3 Tipos de Arquitectura de Softswitch.....	60

3. REDES DE ACCESO BANDA ANCHA, ASPECTOS DE UNA RED DE PRÓXIMA GENERACION (NGN).....	62
3.1 WiMAX.....	71
3.1.1 ¿Qué Aporta Wimax? ¿Por Qué Wimax Puede Ser Una Solución En Entornos Rurales?.....	73
3.2 Resilient Packet Ring (RPR).....	75
3.2.1 Comparativa entre RPR y las soluciones actuales.....	75
3.2.2 Descripción de Resilient Packet Ring.....	76
3.3 Triple-Play.....	79
4. ARQUITECTURA DE LAS REDES DE TRANSPORTE (CORE NETWORK), IMPLEMENTACION DE NGN.....	82
5. INTERWORKING IPV6 SOBRE ATM, MPLS Y REDES FIJAS.....	91
5.1. IPV6 sobre ATM.....	91
5.2. Redes IPV6 en un backbone MPLS móvil e inalámbrico.....	93
5.3. IPV6 sobre RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).....	98
5.3.1. IPV6 sobre PPP sobre RDSI.....	98
5.3.2. Siempre “On” RDSI Dinámico (AODI).....	99
6. MIGRACIÓN DE IPV4 A IPV6.....	100
6.1. Interconexión entre IPv4 e IPv6.....	101
6.2. Mecanismo de Entunelamiento.....	102
6.2.1. Túnel configurado IPv6.....	103
6.2.2. Túnel automático con IPv4 – Direcciones IPv6 Compatibles.....	104
6.2.3. IPv6 sobre túnel IPv4.....	104
6.2.4. IPV6 al túnel IPV4.....	105
7. CONCLUSIONES.....	107
8. BIBLIOGRAFIA.....	110

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos y características de las 5 clases de Softswitch.....	61
Tabla 2. Comparación de RPR con otras Tecnologías.....	76
Tabla 3. Comparación de Anillo Vs. Red Malla (Mesh).....	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una red convergente.....	27
Figura 2. Introducción de IMS en NGN.....	33
Figura 3. Elementos que conforman a IMS.....	36
Figura 4. IMS Único.....	37
Figura 5. IP Multimedia System (IMS).....	39
Figura 6. Papel de las NGN en el proceso de convergencia de servicio y de redes.....	40
Figura 7. Funciones de transporte común para redes convergentes.....	41
Figura 8. El sistema multimedia IP no es realmente transporte basado en IP.....	41
Figura 9. NGN y capas de la convergencia.....	42
Figura 10. Modelo NGN Convergente de capas.....	43
Figura 11. La real complejidad de las interfases y los protocolos IMS.....	46
Figura 12. Convergencia de tecnologías de transporte.....	47
Figura 13. Convergencia, total y/o parcial.....	48
Figura 14. Estándares y su respectivo desarrollo.....	49
Figura 15. Generación Actual TDM.....	51
Figura 16. Próxima Generación con Red IP.....	52
Figura 17. Capas de Acceso en las NGN.....	63
Figura 18. Interoperabilidad de la red base y de acceso.....	65
Figura 19. Ejemplo de una solución específica.....	67
Figura 20. Diferentes módulos de acceso.....	68
Figura 21. La red TISPAN de ETSI.....	69
Figura 22. La arquitectura del Soporte de Sistema de Operación (OSS).....	70
Figura 23. Escenarios WiMAX.....	72
Figura 24. Espectro WiMAX.....	73

Figura 25. Funcionamiento de RPR.....	78
Figura 26. Esquema de Triple-Play.....	80
Figura 27. La arquitectura de la red base.....	83
Figura 28. Sistema IP Multimedia. La estructura típica de anillo.....	84
Figura 29. La implementación de la red base.....	85
Figura 30. Manejo y control de la red base.....	86
Figura 31. Modo sencillo del proveedor de servicio.....	87
Figura 32. Modo múltiple del proveedor de servicio.....	88
Figura 33. Límite entre la agregación de la red base y las técnicas de agregación en la red de acceso.....	89
Figura 34. IPv6 sobre ATM.....	92
Figura 35. Inserción de redes IPv6 a un Backbone MPLS Móvil e Inalámbrico.....	94
Figura 36. Multiservicio MPLS Backbone para la convergencia de Red... 	95
Figura 37. MPLS en la próxima generación RAN.....	97
Figura 38. Interconexión de IPv4 e IPv6.....	101
Figura 39. Identificación de la Dual Stack.....	101
Figura 40. Encapsulación de paquetes Ipv6.....	102
Figura 41. Desencapsulación de paquetes IPv6.....	102
Figura 42. Entunelamiento configurado IPv6.....	103
Figura 43. Tamaño de las direcciones IPv6.....	104
Figura 44. Conexión de IPv6 sobre IPv4.....	105
Figura 45. IPv6 al Túnel IPv4.....	105

GLOSARIO & ACRONIMOS

A

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AFS	Advanced Free phone Service
ALMA	Alcatel Management Application
ALMAP	Alcatel Management Platform
AMA	Automatic Message Accounting
AN	Access Network
AOC	Advice Of Charge
AOC-D	Advice Of Charge during the call
AOC-E	Advice Of Charge at the End of the call
AODI	Always on dynamic ISDN access
API	Application programmers protocol
ASP	Application Service Providers
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATMF	ATM- Forum 25.6 Mbps
AU pointer	Administrative Unit Pointer

B

B-ISDN	Broadband-ISDN
BA	Basic Access
Backhaul	(Red de retorno): Conexión de baja, media o alta velocidad que conecta a computadoras u otros equipos de telecomunicaciones encargados de hacer circular la información. Los backhaul conectan redes de datos, redes de telefonía celular y constituyen una estructura fundamental de las redes de comunicación. Un Backhaul es usado para interconectar redes entre sí utilizando diferentes tipos de tecnologías alámbricas o inalámbricas. Un ejemplo de backhaul lo tenemos en los saltos de microondas que se utilizan para conectar las estaciones bases celulares con el nodo principal de esta red.

BCAM	Business Application Communication Module
BHCA	Busy Hour Call Attempts
BICC	Bearer Independent Connection Control
BRA	Basic Rate Access
BSC	Base Controlador de Estación
BSS	Base Sistema de Estación
BSN	Backward Sequence Number
C	
Capex	(Capital Expense): Definición que hace referencia al gasto en dinero de construir una infraestructura o actualización de redes en este caso.
CCS	Common Channel Signalling
CCS7	high speed links
CDA	Call Diversion to an Announcement
CDE	Customer Design engineering
CDR	Call Detail Records
CF	CLOSING FLAG
CFU	Call forwarding unconditional
CM	Control Memory
COLR	Connected line identification restriction
CR	Cell Relay
CSPDN	Circuit Switched Public Data Network
CUG	Closed user group
CW	Call waiting
D	
DDI	Direct Dialling-In
Domótico	Es la nueva ciencia y técnica que trata de hacer inteligentes a los edificios. Se supone que una casa inteligente es la que está fresca en verano y caliente en invierno, la que ahorra energía, y la que en general obedece las órdenes de sus ocupantes. Hay que apresurarse a advertir que la arquitectura tradicional creó durante siglos muchas "casas inteligentes", porque la sabiduría en el uso de

los materiales, el aislamiento y la orientación cuidadosamente estudiada producían precisamente esos efectos. Pero en la sociedad actual, esas cosas se consiguen más bien mediante el control de los numerosos artefactos que hay en los hogares.

DECT	Digital European Cordless Telephone
DSL	Digital subscriber line
DSLAM	Digital subscriber line access multiplexer
DTM	Dynamic Transfer Mode
DWDM	Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda.
E	
E1	2 mbit/sec Digital trunk Standard
ECD	Echo Control Device
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution: Es el paso principal a la transición a las redes 3G usando métodos de modulación especial permitiendo transmitir datos a velocidades de hasta 384 kbit/s en la existente banda de frecuencia de GSM.
ETSI	European Telecommunication Standardisation
F	
FCS	Frame Check Sequence
FDD	Frequency Division Duplex
FR	Frame Relay
FTAM	File Transfer Access Management (IS 8571)
FTP	File Transfer Protocol (Internet)
FTTB	Fiber To The Building
G	
GK	Gatekeeper
GGSN	Nodo Gateway con Soporte GPRS
GMSC	Nodo Gateway con Soporte GSM
GMPLS	Generalized Multi Protocol Label Switching
GNE	Gateway Network Element
GPRS	General Packet Radio Service.
GSM	Global System for Mobile Communication

GUI	Graphical User Interface
H	
HDLC	High level Data Link Controller
HEC	Header Error Control
HLR/AuC	Home Location Register / Authentication Center
HOLD	Call hold
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
I	
I/O	Input / Output
ICB	Incoming Call Barring
IDN	Integrated Digital Network
ìÑ	Meet-me-conference
IN	Intelligent Network
INAP	Intelligent Network Access Protocol
INNO	Intelligent Network-Network Operator
INSO	Intelligent Network Service Operator
IP	Internet Protocol / Internal Packet Protocol
ISATAP	Intra-Site Automatic Túnel Addressing Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISMS	Integrated Switching Management Solution
ISO	International Standardisation Organisation
ISP	International Standardised Profile
ISUP	ISDN Services User Part
ITU-T	International Telephone Union Telephony
IvoIP	Improved Voice over IP
IVR	Interactive Voice Response
L	
LAN	Local Area Network
LCR	Lost Call Rate
LEX	Local Exchange
LM	Line Module
M	
MCID	Malicious Call Identification
MMDS	Multi-Point, Multi-Channel Distribution System

MMC	Man-Machine Communication
MP:OAM	Main Processor: Operation, Administration and Maintenance
MSC	Centro de Servicio Móvil
MSOH	Multiplex Section Overhead
MTP	Message Transfer Part
MUX	Multiplexor
N	
NAS	Network access Server
NEs	Network Elements
NGN	Next Generation Networks
ÑLP	Cell Loss Priority
NNI	Network-Network Interface
NT	Network Terminal
O	
O&M	Operations and Maintenance
ÒÀ	Terminal Adapter
ÒÅ	Terminal Equipment
OAM&P	Operation Administration, Maintenance & Provisioning
OAM	Operations, Administration and Maintenance
OCB	Outgoing Call Barring
OF	OPENING FLAG
Opex	Operating Expenditures: Termino para nombras los costos provenientes del manejo de un negocio.
OTN	Optical Transport Network
P	
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PCU	Unidad de Control de Paquetes
PCM	Pulse Code Modulation
PF	Packet fabric
POTS	Plain Ordinary Telephone Services
PRA	Primary Rate Access
PRI	Priority
PSPDN	Packet Switched Public Data Network
PSTN	Public Switched Telephone Network

PTI	Payload Type Identifier
R	
RAS	Radio Access System
RLL	Radio-in-the-Local-Loop
RMP	Resource Management Platform
RNC	Radio Network Controller
RSOH	Regenerator Section Overhead
RSU	Remote Subscriber Unit
S	
S&CL	Services & Content Layer
SCCP	Signalling Connection Control Part
SCEF	Service Creation Environment Function
SCEP	Service Creation Environment Point
SCP	Service Control Point
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SF	Status Field
SIF	Signalling Information Field
SIO	Service Information Octet
SM	Speech Memory
SMAF	Service Management Access Function
SMAP	Service Management Access Point
SMC	Switch Management Center (Alcatel 1360 SMC)
SMF	Service Management Function
SMP	Service Management Point
SN	Service Node
SS	Space Switching
SSCP	Service Switching and Control Point
SSP	Service Switching Point
STM	Synchronous Transfer Mode
STP	Signalling Transfer Point
SW	Software
T	
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TDM	Time Division Multiplex

TE	Terminal Equipment
TEX	Toll Exchange
TGW	Trunking Gateway
TM	Transmission Media
TMN	Telecommunication Management Network
U	
U	User message
UMTS	Universal Mobile Telephone System
UNI	User-Network Interface
V	
V5.2	open Access Network interface
VCI	Virtual Channel Identifier
VLSI	very large scale integration
VoATM	Voice over ATM
VoIP	Voice over IP
VoP	Voice over Packet
VPI	Virtual Path Identifier
W	
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access.
WSP	Web Services Provider
X	
XML	Lenguaje de Marcado Existente, Version mejorada de HTML Describe el contenido WEB de manera estructurada.

RESUMEN

La primera parte de esta investigación se basa en la definición de lo que es una red convergente, del término de convergencia que esta muy de moda en estos días y las razones principales por la cual es necesario migrar a redes integradas de voz y datos. Se muestra como los servicios y las redes se están compenetrando conjuntamente de distintas maneras.

En la segunda parte se encontrará cuales son las tecnologías que hacen posible la convergencia, en la tercera parte se explica cuales son las principales tecnologías y distintas combinaciones de tecnologías para crear una red integrada de voz datos y video mejorada.

En los siguientes capítulos se demuestra cómo las redes convergentes serán mapeadas a las redes de acceso y de transporte de próxima generación. Mientras que el acceso se va enriqueciendo a través de la cantidad y de los tipos de interfaces y protocolos, la red de transporte es mejorada por medio de la fiabilidad y con velocidades extremadamente altas.

En los siguientes dos capítulos se muestra qué tan posible es la interconexión de redes con el actual ATM y MPLS para ser implementado. También se enfoca en la migración del IPv4 al IPv6, dicho proceso no quiere decir sólo cambios en el enrutador, pues existen muchos diferentes asuntos organizativos y administrativos para ser considerados durante esta migración.

En general en este documento se trata de resaltar los asuntos más complejos de IPv6 y otras tecnologías de mapeo. La tecnología más prominente que conforma en su mayor parte al IPv6 son la de redes NGN las cuales también

son llamadas Redes de Próxima Generación. Las NGN están bajo una fuerte estandarización y experimentación en estos momentos y muchos actores diferentes tratan de contribuir a su desarrollo.

INTRODUCCION

Desde la década pasada el término “convergencia” ha llegado a ser más famoso y se utiliza en muchos contextos. En el mundo de las telecomunicaciones es aplicada en los servicios y mapeo de la red y en su combinación. Realmente las telecomunicaciones, los servicios informativos y las redes se están mezclando cada vez más a través de plataformas comunes, de principios comunes de construcción, y de tecnologías comunes. De hecho todo el despliegue de servicios en las tecnologías de red será combinado con todas las capas de acuerdo con el modelo OSI¹.

¿Qué debe ser convergido? ¡La respuesta es simple! Todo lo que existe en el mercado como datos, voz, imagen, vídeo y técnicas de la transmisión de audio deben combinarse. Hay muchos ensayos para la convergencia de redes como ATM², MPLS-ATM, XDSL-ATM, etc. Ahora, la tecnología más prominente de la convergencia es el Protocolo de Internet o simplemente IP. El desarrollo de la convergencia sobre IPv4³ no es totalmente acertado, debido a la carencia de características de gran alcance de esta tecnología. Pero en cambio el desarrollo para realizar convergencia en IPv6 parece más prominente.

Al hablar sobre convergencia en las redes, se tiene que considerar el hecho de que no sólo los datos del usuario serán transmitidos sobre un principio común, sino también el señalamiento y el manejo de información debe ser tratado de una manera similar. A continuación se intentará enumerar la mayor parte de las tecnologías existentes que se consideran van a ser convergidas en el mercado dentro de pocos años:

- IPv4;

¹ Open System Interconnection: Modelo de referencia de capas para la conexión de sistemas abiertos

² Asynchronous Transfer Mode: Modo transferencia Asíncronico

³ Internet Protocol ver. 4

- IPv6;
- PSTN⁴;
- PLMN⁵;
- SS7;
- Manejo de Red incluyendo OSS;
- Redes Corporativas;
- GPRS⁶;
- UMTS⁷;
- Otras Redes de radiofrecuencia como WiFi, WiMAX, BRAN⁸, RPR⁹ etc.;
- Difusión de TV;
- Cable TV;
- Difusión de Audio;
- Cable audio;
- Servicios contenidos como el video por demanda;
- Frame Relay;
- ATM.

En este trabajo de investigación solo se analizarán algunas de estas tecnologías posibles a converger, debido a la extensión del material y del poco espacio que se posee para realizarlo.

⁴ Public Switched Telephonic Network: Red Telefónica Publica Conmutada RTPC

⁵ Public Lan Mobile Network

⁶ General Radio Packet Service

⁷ Universal Mobile Telecommunication System

⁸ Broadband Radio Access Networks

⁹ Resilient Packet Ring

1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES CONVERGENTES

1.1 Red Convergente

Una red convergente no es únicamente una red capaz de transmitir datos y voz sino un entorno en el que además existen servicios avanzados que integran estas capacidades, reforzando la utilidad de los mismos. Figura 1.

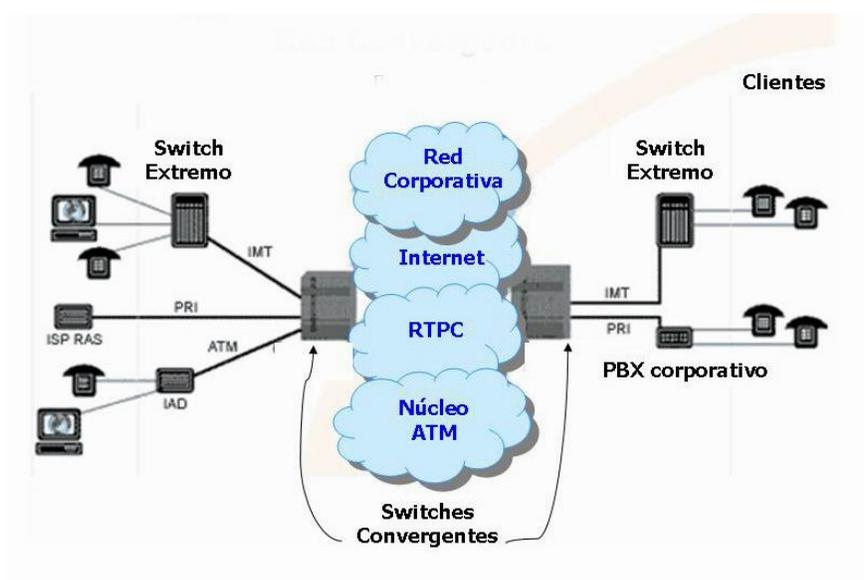


Figura 1. Esquema de una red convergente¹⁰

A través de la convergencia, una compañía puede reinventar tanto sus redes de comunicaciones como toda su organización. Una red convergente apoya aplicaciones vitales para estructurar el negocio ya sea Telefonía IP o Videoconferencia por ejemplo; en colaboración de la Administración de Relaciones con el Cliente (**CRM**) que contribuyen a que la empresa sea más eficiente, efectiva y ágil con sus clientes.

¹⁰ Fuente: Modulo "Redes convergentes" Minor de Telecomunicaciones 2005-2006

1.2 ¿Por qué migrar de Redes Independientes de voz y datos A una única solución integrada?

1.2.1 Desde el punto de vista comercial

Existen tres motivos por los que las empresas de hoy en día están planteándose la integración de sus redes de voz y datos. En primer lugar, el compromiso de la reducción de costos, sigue cotizando al alza en las prioridades de cualquier ejecutivo. En segundo lugar, la aportación que puede suponer la mejora de la comunicación y de la productividad para sus empleados. Y, por último, las posibilidades que abre a la incorporación de aplicaciones innovadoras con las que atender a sus clientes.

1.2.1.1 Impacto en los Negocios

Las empresas descubren que los beneficios de la convergencia afectan directamente los ingresos netos:

- Las soluciones convergentes hacen más productivos a los negocios, pues simplifican el usar aplicaciones y compartir información.
- Tener una red para la administración significa que el ancho de banda será usado lo más eficientemente posible, a la vez que permite otras eficiencias y ahorros de costos: en personal, mantenimiento, cargos de interconexión, activaciones, mudanzas y cambios.
- Los costos más bajos de la red, productividad mejorada, mejor retención de clientes, menor tiempo para llegar al mercado; son los beneficios netos que posibilitan las soluciones de redes convergentes.
- Reducción de costos de personal para la administración de red y mantenimiento.

1.2.1.2 Viabilidad de las Redes Convergentes

En lo general, los directores y/o gerentes de empresas IT¹¹ presentan grandes proyectos de convergencia los cuales enfrentan el problema de su justificación.

Es recomendable, crear una visión de la red convergente de la empresa y empezar por resolver en etapa esta visión.

1.2.2 Desde el punto de vista Tecnológico

Existen 7 factores principales por los cuales se hace necesaria la convergencia en las redes las cuales son:

- **Ubicuidad:** Facultad de estar presente a un mismo tiempo en todas partes (Ej., la ubicuidad le permite a un usuario contar con un único número, portabilidad del número, y un correo de voz incrementando la accesibilidad eliminando así la frustrante experiencia de quienes le llaman al tratar diferentes números: teléfono fijo, celular, etc., para de esta forma ser ubicado).
- **Conectividad:** Propiedad de la red que facilita la comunicación entre diversos dispositivos distintos.
- **Experiencia:** La red IP es de amplia creciente y uso universal en la última década.
- **Flexibilidad:** frente a innovaciones tecnológicas y nuevas aplicaciones.
- **Integración:** Tanto de tecnologías, como de redes, de servicios y de aplicaciones.
- **Escalabilidad:** Puede hacerse más pequeña o más grande fácilmente a costos racionales.
- **Calidad:** En el servicio y las aplicaciones en la medida que evoluciona la tecnología.

¹¹ Information Technologies: Tecnologías de información

1.3 Elementos Estructurales Una Red Convergente

Existen cuatro elementos estructurales que componen una red de voz y datos totalmente integrada. La experiencia en estas cuatro áreas es un requisito indispensable que debe cumplir todo proveedor de soluciones de integración de voz y datos.

1.3.1 Voz a través de IP (VoIP)

El primer paso lógico consiste en migrar a una red WAN con voz y datos integrados. VoIP elimina las ineficiencias de la red, reduce los gastos de gestión y permite eliminar el costo telefónico. Su red de datos ya está conectada en su empresa: El sentido común económico indica que debería utilizarse también para sus llamadas de voz internas.

1.3.2 Centro de contacto IP

Su oficina de atención al cliente se convertirá en un Centro de Contacto IP. Los agentes podrán estar ubicados en cualquier lugar, siempre y cuando dispongan de conexión a la red corporativa. Debido a que todo el sistema ha sido diseñado aplicando las normas IP, resulta muy sencillo integrar las diversas aplicaciones de voz y datos.

1.3.3 Mensajería unificada (UM)

La mensajería unificada es en lo que las redes convergentes marcan la diferencia. Una bandeja de entrada universal integra el correo de voz y el e-mail. Esto permite a las personas gestionar las llamadas de voz con el mismo grado de disciplina que aplican a la comunicación escrita. Asimismo les permite consultar con un vistazo el estado de todas las comunicaciones, lo que facilita su clasificación por orden de prioridad.

1.3.4 Telefonía IP

Una vez integrados la voz y los datos en la red WAN, se debe analizar los sistemas PBX y buscar la manera de reducir gastos e incrementar la

funcionalidad. La telefonía IP es una inversión, aunque recorta drásticamente los gastos de traslado, ampliación y modificación. Los empleados también responderán de manera positiva a los nuevos equipos IP que ofrecen funciones como directorios integrados.

Además de estos cuatro elementos estructurales básicos, las empresas cuentan ahora con la posibilidad de incorporar una amplia gama de aplicaciones innovadoras y sencillas de otras empresas especializadas. Ejemplos de ello son los sistemas de facturación, registro de voz, movilidad, control domótico, etc.

2. PROTAGONISTAS EN LAS REDES CONVERGENTES

2.1 El Catalizador de la Convergencia -IMS-

NGN no es más que un modelo de arquitectura de redes de referencia que debe permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación (comunicaciones VoIP nueva generación, videocomunicación, mensajerías integradas multimedia, integración con servicios IPTV, domótica, etc.) así como la evolución, migración en términos mas o menos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación.

Como probablemente se sabe, este modelo de referencia puede sintetizarse en los siguientes 10 puntos:

- Arquitectura de red horizontal basada en una división diáfana de los planos de transporte, control y aplicación.
- El plano de transporte estará basado en tecnología de conmutación de paquetes IP/MPLS.
- Interfases abiertos y protocolos estándares
- Migración de las redes actuales a NGN
- Definición, provisión y acceso a los servicios independiente de la tecnología de la red (Decoupling Access and Services)
- Soporte de servicios de diferente naturaleza: real time/ non real time, streaming, servicios multimedia (voz, video, texto)
- Calidad de servicios garantizada extremo a extremo
- Seguridad
- Movilidad generalizada

La materialización de este concepto y la visibilidad de las tecnologías que permiten su soporte, progresivamente disponibles desde hace algunos años, dependen fundamentalmente de la situación y estrategia de cada operador en cada mercado.

Quizás se pueda simplificar y establecer dos grandes marcos de actuación, en estos años, en torno al concepto de NGN.

En mercados en expansión, en crecimiento, en servicios básicos de telecomunicación, donde se “simulan” o “emulan” redes y servicios tradicionalmente de circuitos optimizando el escenario técnico-económico hasta ahora habitual mediante el uso de NGN-SoftSwitches, transporte IP e interfases de banda estrecha / banda ancha para el soporte de servicios de VOZ.

En mercados consolidados en términos de servicios fijos-móviles donde la búsqueda de sinergias, eficiencias entre ambos mundos, banda ancha y los nuevos servicios IP multimedia, hacen que NGN e **IMS**, (Internet Multimedia Subsystem, conjunto de elementos funcionales que configuran el plano de control de este modelo de referencia), adquieran un papel fundamental como ejes del desarrollo de la convergencia. Figura 2.

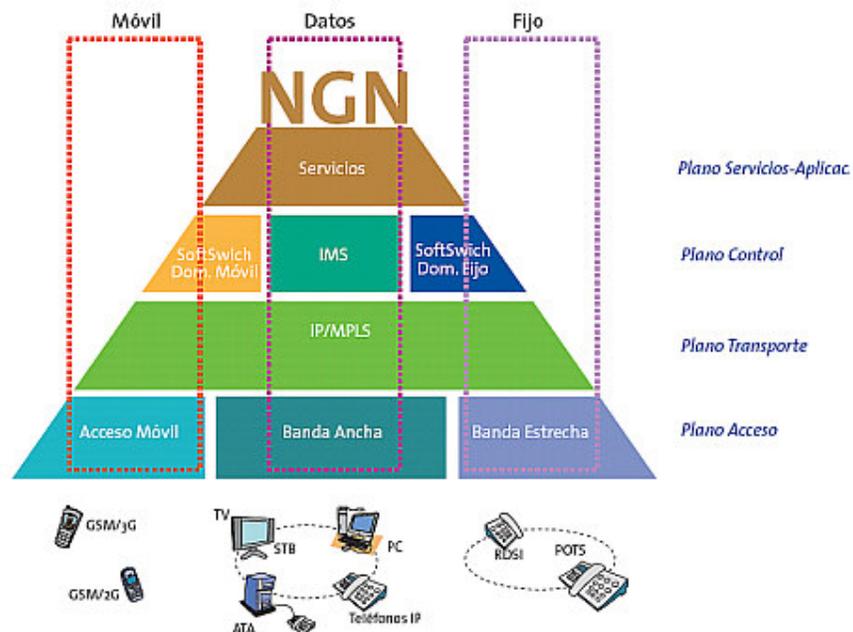


Figura 2. Introducción de IMS en NGN¹²

¹² Fuente: http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/articulos_home.shtml

De forma clara el desarrollo de los conceptos NGN e IMS, en este último marco de actuación, debería permitir pasar de un modelo de redes verticalizadas, específicas por gama de servicios, a un modelo horizontal de red unificada soporte de toda la gama de servicios multimedia imaginable. Debería permitir el desarrollo de un modelo convergente de redes y servicios en torno al cual se consoliden los modelos de negocio de los Operadores Únicos Integrados.

El por qué “NGN-IMS” pueda ser el conductor del desarrollo de la convergencia, requiere un repaso también de aspectos y conceptos claves:

- Se denomina **IMS “IP Multimedia Subsistema”**, al subsistema de control, acceso y ejecución de servicios común y estándar para todas las aplicaciones en el modelo de arquitectura de nueva generación, capa de control de una red de nueva generación.
- IMS permite controlar de forma centralizada y deslocalizada el diálogo con los terminales de los clientes para la prestación de cualquiera de los servicios (voz, datos, video, etc.) que éstos requieran.

El modelo IMS se basa en tres ejes fundamentales que pueden asegurar su éxito:

- Uso de las tecnologías de la información, se adoptan los protocolos del mundo Internet SIP (HTTP, etc.), se integran las comunicaciones personales (voz, mensajería, etc.) con las aplicaciones IT (Integración Tecnológica). Se aprovecha así la mayor capacidad y flexibilidad de estos protocolos para la prestación de todo tipo de servicios multimedia y desarrollo de nuevas aplicaciones.
- Se requiere sólo conectividad IP del cliente y por tanto inherentemente supone la convergencia de accesos fijos y móviles definiéndose IMS como “agnóstico” al tipo de acceso, siempre que éste sea banda ancha.
- Movilidad generalizada, movilidad entre diferentes accesos de un mismo operador incluyendo el mantenimiento de las comunicaciones en itinerancia, la movilidad entre redes (deslocalización) y movilidad del cliente y sus

aplicaciones entre diferentes terminales (móvil, PDA, PC, etc.). Se hereda además los valores de control de movilidad, localización y accesibilidad propios de las redes móviles.

Sin duda el grado de expectativa generado por “IMS” en el sector de las telecomunicaciones parece responder a la visión del cambio que en general puede suponer en la mayor parte de los mercados y operadores, visión que se soporta en una simbiosis de valores para el operador y para el cliente:

- Para el operador: el cliente está suscrito al dominio del operador que controla bajo perfiles de suscripción el acceso de éste a cualquier aplicación (SIM-Dominio-Operador), esté o no en su red. Se traslada el concepto de dominio de aplicación (ISP) al concepto de operador Telco. Se potencia así la visión del cliente de operador = servicio frente a operador = red / acceso.

Al potenciarse esta relación el operador fortalece su posición frente a terceros (incluidos ISPs) que quieran acceder a sus clientes finales ofertando a éstos la posibilidad de acceso a clientes, y/o a las capacidades de servicios de su red.

- Para el cliente: movilidad, localización y accesibilidad garantizada, acceso a los mismos servicios siempre bajo la mejor opción de conexión (Always Best Connected) en función de preferencias de usuario, costo o de ancho de banda requerido, tarificación simple y flexible que le permita control de gasto y dotando a estas comunicaciones de valores propios como QoS, seguridad, fiabilidad y alta disponibilidad de las redes Telcos.

Parece así que IMS es la pieza clave, es y debe ser el “catalizador” de la convergencia:

- IMS no es una red, no ofrece servicios finales, es el embrión a partir del cual se definen:
 - Las identidades de usuario (dominio)
 - Los requerimientos a los diferentes tipo de acceso para su control común
 - Los requerimientos a los terminales y clientes SIP para su convergencia

- Los habilitadores o capacitadores de servicios comunes a los servicios
- El diseño de los servicios finales
- Las interfases de los diferentes elementos de red para los sistemas y herramientas de explotación técnico-comercial

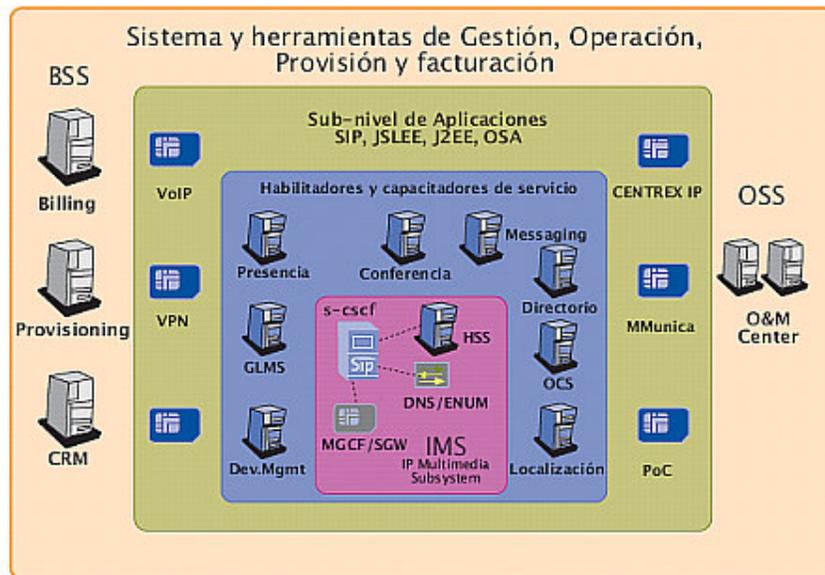


Figura 3. Elementos que conforman a IMS¹³

Existen dos posibles estrategias, usando IMS, en torno al concepto de convergencia de redes y servicios de fijos-móviles que caracterizarían a un operador integrado:

- **IMS's interoperables:** Real interconexión entre las capas de control, IMS's, de dos redes que acompañada de unas metodologías de trabajo comunes/compatibles podrían maximizar las sinergias y la oferta de algunos servicios convergentes a futuro.
- **IMS único:** Una infraestructura final común en torno a un único plano de control, "IMS único" existiendo unicidad tanto en usuarios como en servicios (usuario de Operador Único y Servicio del Operador Único, sin distinción de

¹³ http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/articulos_home.shtml

acceso). Inicialmente esta red única sería el soporte de los nuevos servicios convergentes, durante la evolución coexistirá con funciones e infraestructuras propias de las redes de partida para la sostenibilidad de los servicios actuales con enfoque de migración final hacia esta red única objetivo. Figura 4

IMS único garantiza:

- La disponibilidad de todas las aplicaciones desde cualquier tipo de acceso fijo/móvil.
- Sistema de Tarificación común y flexible para todos los servicios.
- Presencia única.
- Gestión de Grupos único.
- Servicios de lista de contacto en red.
- Gestión de Usuario única.
- Gestión de los servicios única.
- Directorio Único.
- Gestión de identidad Única.
- Sistema de Identificación y autorización único. (SIM card based solution).

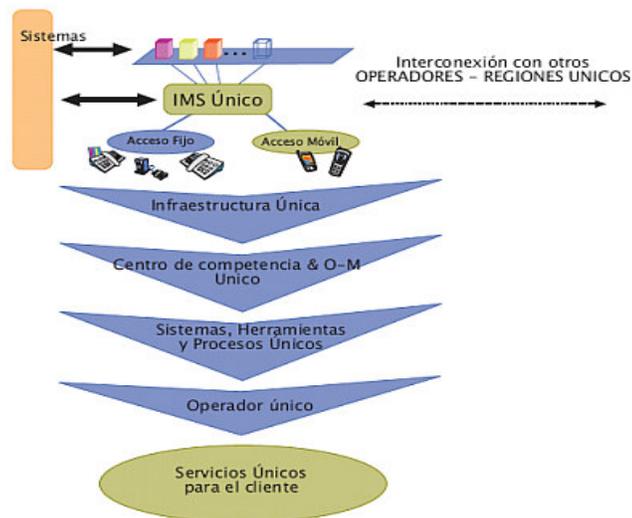


Figura 4. IMS Único¹⁴

¹⁴ http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/articulos_home.shtml

IMS's interoperables

No garantiza, en principio, el desarrollo de este tipo de servicios, o funcionalidades, al no contemplarse en los estándares las interoperabilidades entre los habilitadores de servicio (presencia, localización, etc.) ni entre capas de servicios de dos redes basadas en IMS.

Adicionalmente la experiencia ha puesto de manifiesto las dificultades en el desarrollo de soluciones e infraestructuras soporte de servicios sobre redes distintas en un marco de ausencia de estandarización

Aunque sobre ambos modelos sería posible teóricamente un conjunto de sistemas y herramientas unificado, la experiencia ha puesto de manifiesto que dos redes, bases de servicios y clientes separados conducen a sistemas, herramientas, y procesos también separados. Parece que la situación anterior se maximiza cuando el punto de partida está condicionado por dos negocios consolidados y separados.

Con los argumentos anteriores sobre estos conceptos claves, NGN, IMS e IMS único, parece justificado decir que la "NGN" es efectivamente un trayecto hacia la convergencia" y que se está ante una nueva situación apasionante de evolución tecnológica, que ha de permitir la convergencia progresiva de los servicios finales de los clientes, de las redes fijos-móviles-nómadas, de los sistemas y herramientas y previsiblemente de los negocios. En esta situación parece también claro que cobrará especial relevancia la figura del Operador Único Integrado así como la posición del Regulador en cada mercado ante una nueva gama de servicios, fijos-móviles-nómadas multimedia que poco a poco deben ir sustituyendo a los actuales. Solo quedará por resolver el marco temporal de los acontecimientos que parece, en principio, más condicionado por las situaciones de los negocios y de la regulación en cada mercado que por las evoluciones tecnológicas.

2.2 IMS en el proceso de Convergencia.

Analizando a la actuales redes ATM se debe tener presente lo que es común en esta tecnología son las “Celdas”. Todos los datos del usuario y señalamiento son transferidos a través de las celdas.

Ahora, se considera que las celdas son substituidas por el empaquetamiento de IPv6. El reemplazo no es simple debido al hecho de que el proceso de encapsulación de transmisión, de calidad de servicio, de señalamiento y de muchos otros aspectos, es diferente. La nueva red convergida actuará como sistema verdadero de multimedia que sea completamente basado en IP. La idea de la creación de este Sistema de IP Multimedia (**IMS**) se muestra en la Figura 5.

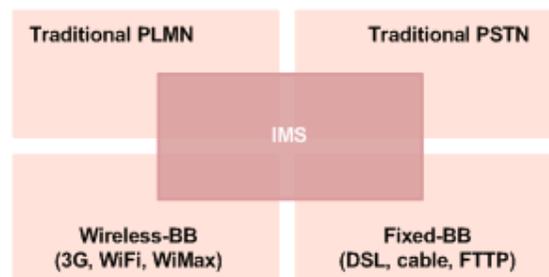


Figura 5. IP Multimedia System (IMS)¹⁵

Existen diversos nombres propuestos para los nuevos sistemas basados en IP multimedia. Muchos agentes que trabajan para diversas organizaciones como son: ETSI, ITU, IEEE, y el IETF proponen diversos nombres para la plataforma como el IMS, TISPAN, NGN, etc. El nombre más popular hoy en día es Redes de Nueva Generación (**NGN**). Se utilizará otros nombres en los ejemplos para mostrar un cuadro más completo. Las plataformas también son un poco diferentes. Algunas de las diferencias se pueden ver en las figuras en este capítulo.

¹⁵Fuente: Curso de Ipv6. E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

En la Figura 6 se muestra cómo la nueva Red NGN se genera con una plataforma común con redes fijas y móviles, alambradas (Wide) e inalámbricas (Wireless). La nueva plataforma tiene dos grupos principales y característicos de acceso, conectividad de base y transmisión. En las dos secciones siguientes se destaca el acceso banda ancha y la transferencia de base con más en detalle.

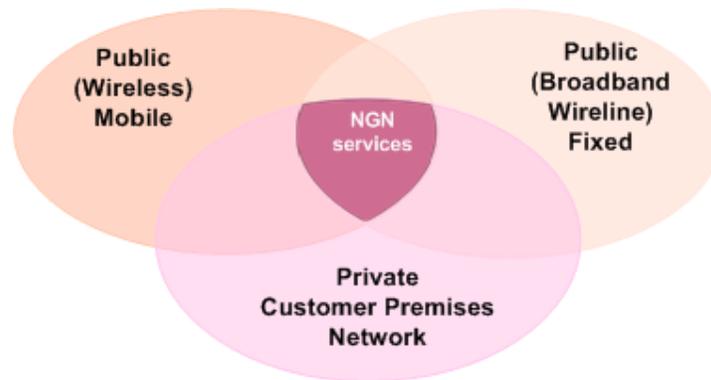


Figura 6. Papel de las NGN en el proceso de convergencia de servicio y de redes¹⁶

Al hablar de una plataforma común se tiene que considerar sus diversos aspectos de mapeo con tecnologías existentes. En la Figura 7 se muestra cómo los clientes y otras redes existentes se interconectarán con la plataforma. En los primeros pasos será basada en la capacidad IP de transmisión en banda ancha. El otro aspecto de la red convergente es que también destaca convergencia del servicio el cual es mostrado en la Figura 8 Como en las redes ATM se sabe que no se puede converger cualquier cosa sin tratar:

- Manejo de tráfico por medio del servicio y capacidad de aplicación y requisitos;
- Calidad del servicio (QoS) por medio de la capacidad de controlar sesión/políticas y requisitos

¹⁶ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

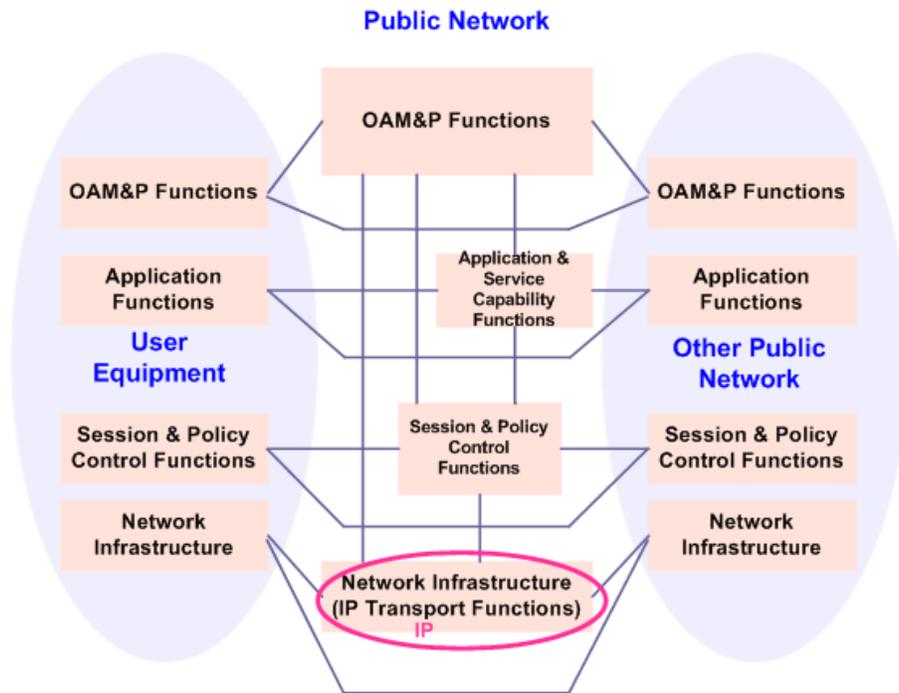


Figura 7. Funciones de transporte común para redes convergentes¹⁷

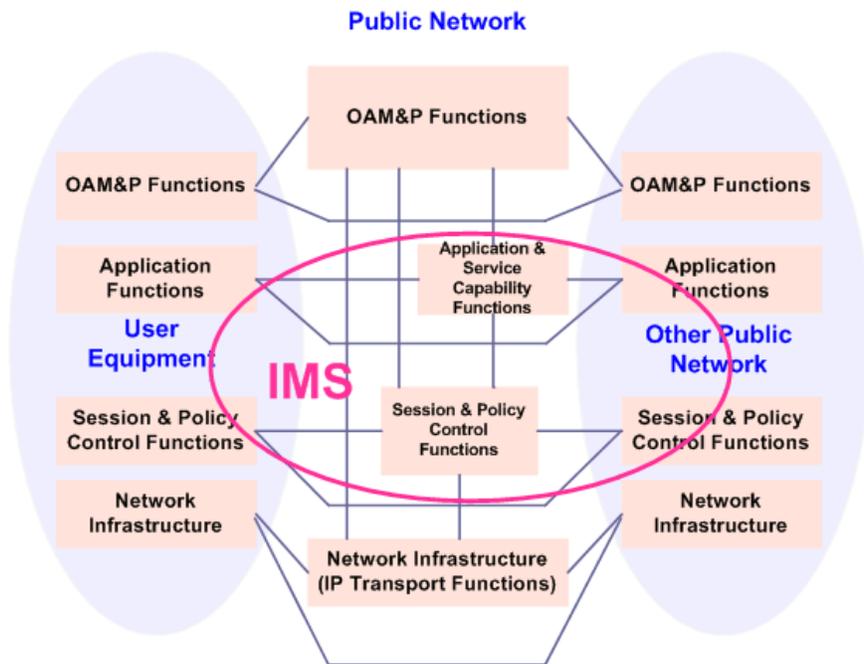


Figura 8. El sistema multimedia IP no es realmente transporte basado en IP

¹⁷ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

El sistema IP multimedia o NGN es no sólo transporte basado en IP sino que también se basa en control de tráfico, control de calidad, capacidades de la interconexión, etc. La operación y el mapeo de las capacidades de mantenimiento todavía están en desarrollo, pues esta tecnología aún está muy reciente. Muchos vendedores están trabajando en este asunto porque es importante para la certificación de la red. Intentando derivar de forma similar del modelo de capas OSI; se puede ver el modelo de cuatro capas en la Figura 9. Cuando hablamos sobre convergencia de red, consideramos la red de acceso y la red base como el control y el manejo de la red. Mientras se habla de convergencia de servicio será de la plataforma independiente que se considera con anterioridad en la capa superior.

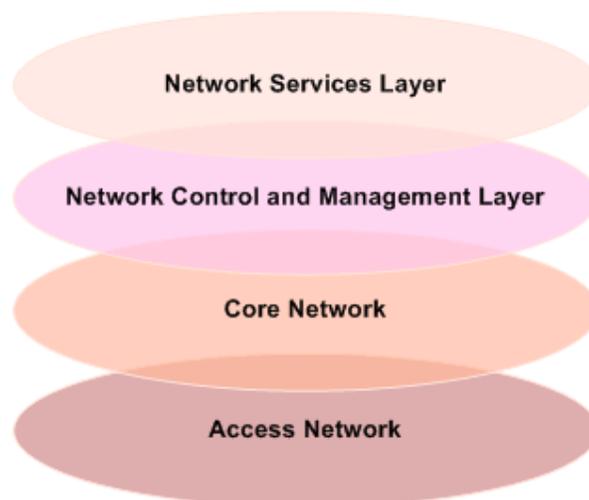


Figura 9. NGN y capas de la convergencia¹⁸

Las funciones de todas las capas aplicadas a la solución específica de los proveedores se muestran en el Figura 10. Hay diversos tipos de equipos que los proveedores ofrecen en el mercado para el acceso y la conectividad de la base; todas estas soluciones que ofrece el proveedor pueden ser diferentes por las distribuciones de función. La noción reciente de la creación de los centros operacionales de ayuda de sistema (**OSS**), desarrollados generalmente por otros proveedores, hace el proceso aún más complejo. También se puede ver

¹⁸ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

en la Figura 10 cómo los servicios se convierten en una plataforma independiente.

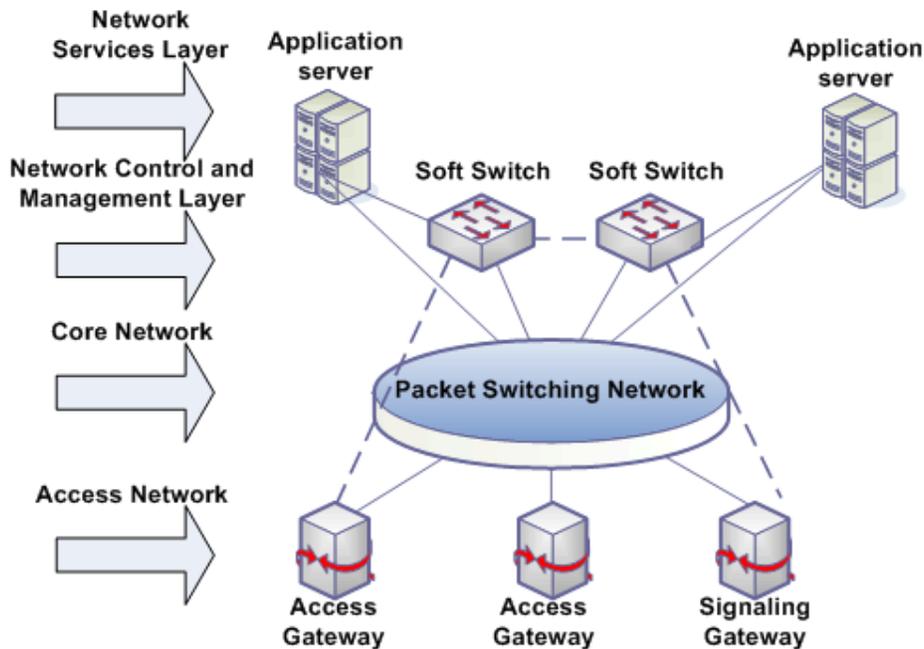


Figura 10. Modelo NGN Convergente de capas¹⁹

La Figura 10 es un simple ejemplo de modelo de capas y sus principales grupos de funciones. Observando las interfases soportadas, los protocolos de vía de acceso y los dispositivos de la red base (**Core**), se ve cuan complejo es el cuadro verdadero en la Figura 11. Generalmente los dispositivos de acceso llamados Media-Gateways o Gateways de señalamiento o simplemente Gateways, soportan más tipos de interfases y de protocolos. Al ser acceso y a la vez puntos de conversión IP, estos Gateways poseen un gran rango de puntos de acceso hacia los usuarios finales u otras redes por un lado y del otro lado se conecta la red base. La red base soporta generalmente la mayoría de los protocolos IP. Lo común que puede ser considerado es la propuesta de utilizar el Diámetro como herramienta de manejo y de contabilidad, lo cual permitirá la construcción del OSS (Operation Support System). El Diámetro es la próxima generación del Radio del cliente y el servidor que permiten la unión

¹⁹ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

de la contabilidad y del manejo de la información. Esta información se puede utilizar posteriormente para el control de la contabilidad y del mantenimiento.

Las redes móviles se interconectarán por medio de las interfases C, D, Gc, Gr y a una Parte de Aplicación Móvil (Movil Aplicación Part) –MAP-, del Sistema de Señalamiento No 7. El Servidor Suscriptor Local (**HSS**), toma el lugar de un **HLR** (Home Local Register) en toda la red IP. Este soporta la función AAA y otras bases de datos.

La función de localización del suscriptor (**SLF**) es un módulo que traza un mapa protocolos de roaming con la función del estado de llamada.

La función de control de estado de llamada (Call State Control Function- [**CSCF**]) es un equivalente a un servidor SIP²⁰. Hay tres clases de CSCF:

- El Proxy CSCF (P-CSCF) es el primer punto del contacto en una red remota, encontrará la red del usuario local y proporcionará algunas funciones de la traducción, de seguridad y de autorización
- Serving CSCF (S-CSCF) controla sesiones, actúa como registrador y provoca y ejecuta servicios. El S-CSCF accederá al perfil de usuario. Y puede ser localizado en la red local o remota.
- Interrogador CSCF (I-CSCF) es el primer punto de contacto en la red local. Asignará al S-CSCF, contactará al HSS y reenviará solicitudes de SIP.

La interconexión entre diferentes funciones de control de estado de llamada se basa en el protocolo SIP. El mismo protocolo sirve para interconexiones de plataformas inteligentes como para plataformas de IPv4, IPv6, ISDN, VoIP.

²⁰ Session Initiation Protocol: Protocolo de Inicio de Seccion.

El MediaGateway con función de Control (MGCF) provee señalamiento de interoperabilidad entre IP y los dominios RTPC tal como el SIP para ISUP y viceversa. ISUP es una aplicación ISDN que es parte de SS7.

El Gateway con nodo de soporte GPRS (**GGSN**) actúa como un Gateway de datos entre las redes móviles 2.5G - 3G y una red IP como Internet.

El MediaGateway (MGW) es un Gateway multimedia entre la red **IMS** y otras redes.

La Función de Definición de Política (**PDF**) es responsable de calidad del manejo de tráfico y del soporte de servicio.

El control de función de Recursos multimedia (**MRFC**) es responsable del control de la dotación y el uso de los recursos. El MRFP es un dispositivo de política de tráfico, que ayuda a la reservación y liberación de recursos. El Gateway de fuga de función de llamada (**BGCF**) ayuda a la reservación y al control de los recursos para las llamadas.

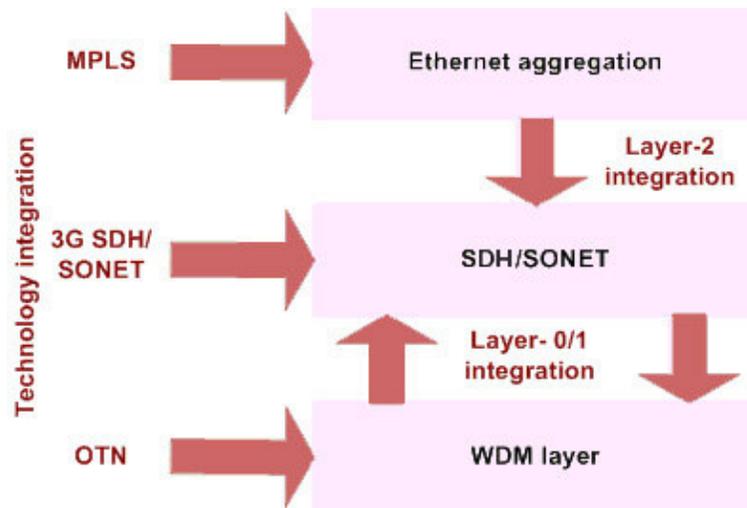


Figura 12. Convergencia de tecnologías de transporte²⁵

La implementación de la red de transporte difiere de las otras implementaciones de red. Mientras que las redes fijas y móviles cubren el mismo territorio, es normal que las redes de transporte se utilicen para cubrir territorios diferentes. Por consiguiente, NGN interconectará diferentes bases de tecnologías en regiones diferentes.

Muy a menudo la convergencia se le llama “Overlaying” (que significa revestimiento) y viceversa. Hay una leve diferencia en términos y se tratará de resaltar en la Figura 13. Mirando en el sector parcial de convergencia en la figura se observa cómo la red fija pura de telefonía TDM y las redes puras de datos son conjugadas por una red común de conectividad basada en IP. Las redes están aún por separado. El acceso por líneas telefónicas, xDSL, líneas xPON²⁶ están por separado. No hay capacidad de conmutación entre los servicios de información y voz. Cuando el punto de acceso en el lado del operador se convierte en un dispositivo común con interfases diferentes como el MediaGateway por ejemplo, se puede hablar de convergencia parcial del acceso. Éste es mostrado en el sector de la parte superior derecha de la Figura 13. El usuario final tiene la capacidad para decidir cuál conexión usar (líneas

²⁵ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

²⁶ Passive Optical Network Technologies

xDSL, xPON, POTS²⁷, WiMAX u otro). La convergencia total se puede ver cuando el dispositivo de conmutación sea movido al dominio del cliente. Esto se muestra en el sector inferior izquierdo de la Figura 13. El Router local permitirá al usuario final conectarse al operador seleccionado por medio de su interfaz preferida. Muchas redes y muchos operadores todavía existen. Finalmente cuando el usuario final puede usar cualquiera de sus interfases disponibles y se pueda interconectar directamente al Gateway multimedia NGN y este a su vez le ofrece la interconexión transparente a todos los operadores disponibles y a los servicios, se podrá hablar de una total convergencia de las redes y de los servicios. Esto es mostrado en el sector inferior derecho de la Figura 13.

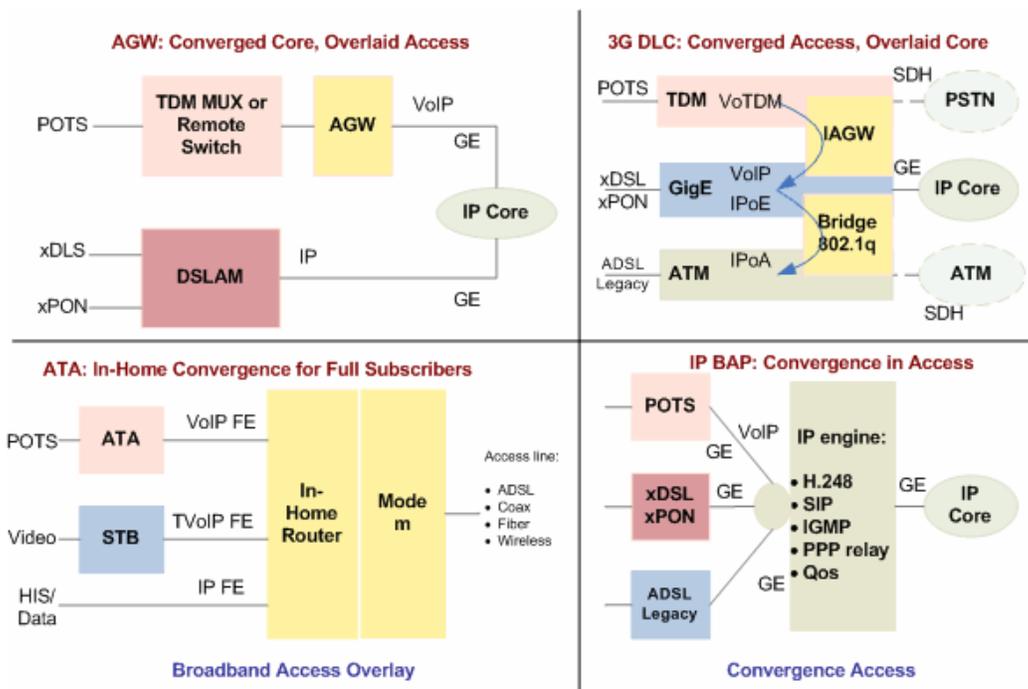


Figura 13. Convergencia, total y/o parcial²⁸

Finalmente se puede mencionar los pasos de convergencia de la siguiente forma:

1. La introducción de VoIP sobre los servicios de banda ancha. Este paso es realizado actualmente por muchos operadores.

²⁷ Plain Ordinary Telephonic Service

²⁸ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

2. Convergencia de datos y voz sobre banda ancha por acceso y transporte sobre fibra/microondas. Este paso es realizado por la implementación de WiFi, WiMAX, xPON y líneas de xDSL.
3. El reemplazo de la RTPC. Se considera que una red bien desarrollada de VoIP con completo servicio de control de calidad, será la que reemplazará a la RTPC.
4. Toda banda ancha IP. Este paso no está todavía bien definido. En consideración a video, audio, voz, datos y transmisión de imagen en el tiempo real y no real.

Se ha dicho al comienzo que hay muchos actores en este proceso (Figura 14). Una cierta cantidad funciona como proveedores, otros a la estandarización, y otros son contribuyentes puramente técnicos.

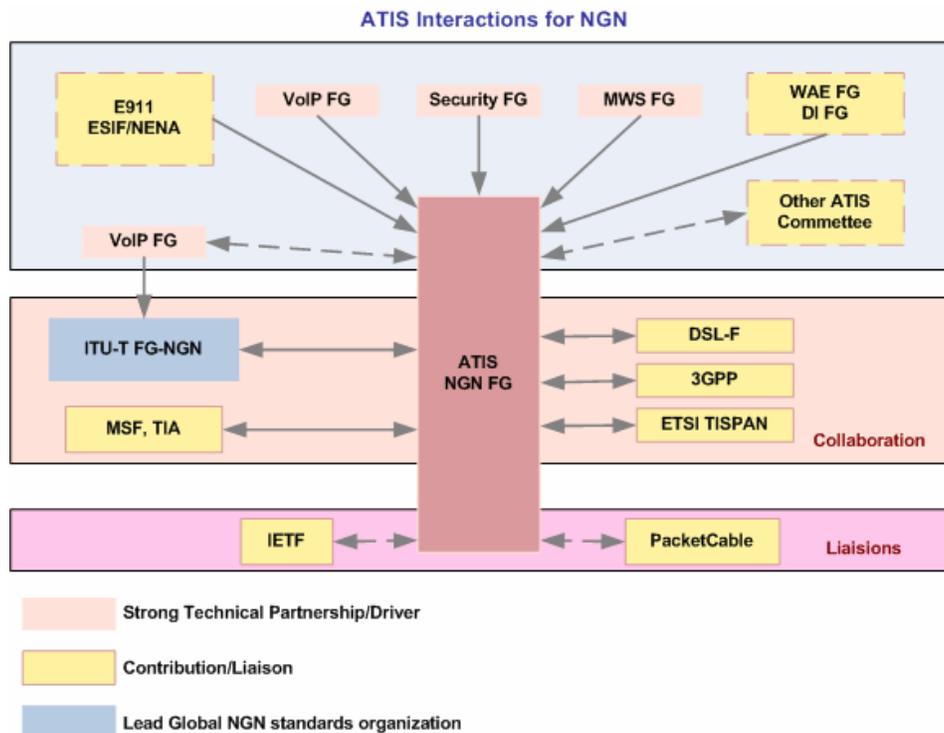


Figura 14. Estándares y su respectivo desarrollo²⁹

²⁹ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Pág. 1. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

La lista de la mayoría de los actores es:

ITU-T: SG13, incluyendo al Focus Group de las NGN (FGNGN);

Asociación de 3G Generación Project (3GPP);

Instituto de Estándares Europeos de Telecomunicaciones (ETSI) TISPAN;

Multiservice Switching Forum (MSF);

DSL Forum (DSL-F);

CableLabs TM

Instituto para Ingenieros Electricistas y de Electrónicos (IEEE);

ATIS Technical Committés (e.g., PTSC, TMOG, NIPP);

3G Partnership Project #2 (3GPP2);

Asociación de la Industria de telecomunicaciones (TIA);

Fuerza de trabajo de Ingeniería de Internet (IETF);

National Emergency Numbering Association (NENA);

Emergency Services Interconnection Forum (ESIF);

TTY Forum;

Industry Numbering Committee (INC);

FCC Network Reliability & Interoperability Council (NRIC);

Open Mobile Alliance (OMA);

Metro Ethernet Forum (MEF);

MPLS and Frame Relay Alliance.

2.3 Soft-Switches en NGN

En los años 1970 la implementación de las tecnologías digitales llegaron a ser las más populares utilizado TDM (Multiplexación por división de tiempo), lo cual resolvió las limitaciones de los métodos analógicos. La primera implementación de TDM en un canal simple DS0 (8 KHz =64 Kbps) para digitalizar la voz y un bit para señalización. La banda de señalización para este tipo de tecnología eventualmente era muy propensa a errores.

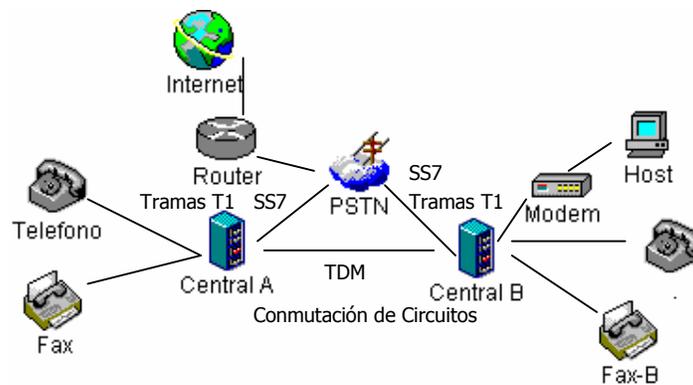


Figura 15. Generación Actual TDM³⁰

La información es transmitida a través de un bus TDM y el proceso de señalización se transmite a través de señalización SS7. En la generación actual los paquetes digitalizados son transportados en un solo canal DS0 mientras que la información de señalización es transmitida por medio de unos paquetes separados en la red conmutada. La señalización más comúnmente usada es la SS7, basada en el Signalling Systems 7 y la carga útil es transportada sobre la red digital TDM la cual es direccionada directamente por el Switch, de esta manera la red RTPC es conformada por la red TDM para voz y la red SS7 para señalización. Figura 15.

La nueva generación de aplicaciones de voz, datos, video y fax están siendo implementadas utilizando tecnología IP basada en conmutación de paquetes (Packet-Switch), dentro de esta generación se encuentra la tecnología

³⁰ <http://www.monografias.com/trabajos14/softswitch/softswitch.shtml>

Softswitch, en este modelo la información útil y la señalización se transporta a través del mismo paquete. Figura 16.



Figura 16. Próxima Generación con Red IP³¹

Los mensajes de SS7 son transmitidos a la red IP y son transportados usando el protocolo TCP, voz, datos y videos son transportados por la red IP usando el protocolo UDP.

2.3.1 Etapa de línea y de grupo en la arquitectura softswitch

Básicamente la arquitectura tandem la cual es la encargada de controlar el tráfico entre centrales telefónicas puede ser remplazada por el media Gateway, el backbone IP y el controlador de llamadas. Las otras etapas siguientes, las cuales se dividen en las antiguas centrales telefónicas clase 4 y 5 podrán ser retiradas.

La conexión con los equipos o etapa de línea será realizada por los gateway de línea o de acceso, que remplazarán las grandes concentraciones de cables de cobre que se encuentran en las avenidas y calles, luego en vez de ampliar la etapa de grupo de la central local las líneas serán conectadas directamente a los media gateway.

Sin embargo un obstáculo para la implantación de estas nuevas redes, las cuales manejarán el tráfico telefónico actual y mas, ha sido la falta de un

³¹ <http://www.monografias.com/trabajos14/softswitch/softswitch.shtml>

sistema telefónico de señalización inteligente fundamentalmente para establecer parámetros de la llamada (como por ejemplo la dirección de destino las necesidades de ancho de banda y la autorización para realizar las llamadas). Después de superado este obstáculo se podrán ofrecer servicios avanzados en un entorno híbrido con tecnologías de conmutación de paquetes y de circuitos.

Los servicios modernos que ofrecen las redes de telefonía se basan en tecnología SS7. Las nuevas empresas de desarrollo pueden volver a crear todos estos servicios en las redes IP o pueden utilizar la señalización numero 7 bajo el dominio IP, para realizar consultas a bases de datos y configurar sus servicios avanzados, en cualquiera de los dos escenarios las redes conmutadas y las redes RTPC necesitaran hablar entre ellas.

2.3.2 Arquitectura Funcional de una red con Softswitch sus elementos y sus relaciones.

2.3.2.1 Gateway Controller

Sirve de puente para redes de diferentes características, incluyendo PSTN, SS7 y redes IP. Esta función de puente incluye la validación e iniciación del establecimiento de la llamada. Es responsable del manejo del tráfico de Voz y datos a través de varias redes. Es frecuentemente referido como **“Call Agent** “así como **“Media Gateway Controller”**.

Un Gateway Controller combinado con el Media Gateway y el Signalling Gateway representan la mínima configuración de un Softswitch. El elemento controlador es frecuentemente conocido como Media Gateway Controller MGC.

Requerimientos Funcionales

El Gateway Controller debe soportar las siguientes funciones:

- Control de llamada

- Protocolos de establecimiento de llamadas: H.323, SIP
- Protocolos de Control de Media: 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.
- El enrutamiento incluye:
 - Componentes de enrutamiento: Plan de marcado local.
 - Translación digital soportado tanto para IP,FR,ATM como a otras redes.
- Detalle de las llamadas para facturación.
- Control de manejo del Ancho de Banda.
- Provee para el Media Gateways:
 - Asignación y tiempo de configuración de los recursos DSP.
 - Asignación de Canal DS0.
 - Transmisión de Voz (Codificación, Compresión y paquetización).
- Provee para el Signalling Gateways:
 - Cronometro de procesos
 - Variantes SS7
- Registro de Gatekeeper.

Características del Sistema

- CPU de altas capacidades con multiprocesador.
- Disco de Almacenamiento usado como bitácora
- Requiere soportar una amplia variedad de protocolos.
- Capacidad de redundancia para la conectividad a la red.

2.3.2.2 Signalling Gateway

Crea un puente entre la red SS7 y la red IP bajo el control del **Gateway Controller**. El Signalling Gateway hace aparecer al Softswitch como un nodo

en la red SS7. El Signalling Gateway únicamente maneja señalización SS7, **Media Gateway** maneja los circuitos de voz establecidos por el mecanismo de señalización.

El Protocolo SIGTRAN es definido como un grupo de protocolos y capas de adaptación para transportar la información de señalización sobre las redes IP. SigTran es usado como protocolo entre el **Gateway Controller** y el **Signalling Controller** entonces MTP1, MTP2 y SigTran residen en el Signalling Gateway. En este caso MTP3 y los protocolos de alto nivel residen en el **Gateway Controller**.

El Signalling Gateway soporta las siguientes capas:

- SCTP, la cual es responsable de la confiabilidad de la señalización de transporte, evitar la congestión y proporciona control.
- M3UA, la cual soporta el transporte de ISUP, SCCP y los mensajes TUP sobre IP.
- M2UA, la cual soporta la congestión y el transporte de los mensajes MTP3.
- IUA, soporta las interfases Q.931/Q.921
- M2Peer, soporta las interfases MTP3 a MTP2.

Un Signalling Gateway establece el protocolo, tiempo y requerimiento de las redes SS7, también como las equivalentes funcionalidades de la red IP.

Requerimientos Funcionales

Debe soportar las siguientes funciones:

- 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 Signalling Gateway vía red IP.
- Proveer una ruta de transmisión para la voz y opcionalmente para la data.
- Proveer alta disponibilidad de operación para servicios de telecomunicaciones.

Características del sistema

- Memoria disponible para mantener la información, configuración y rutas alternativas.
- Disco de almacenamiento para llevar una Bitácora
- La Interfase Ethernet puede requerir redundancia.
- El rendimiento y la flexibilidad pueden ser incrementados usando H.110 o H.100 bus.
- Alta disponibilidad.

2.3.2.3 Media Gateway

El media gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y vídeo entre la Red IP y la red PSTN. En este tipo de arquitectura de red la carga útil se transporta sobre un canal llamado DS0, El componente mas básico que posee el media gateway es el DSP (Digital Signal Processors).

Típicamente el DSP se encarga de las funciones de conversión de analógico a digital, los códigos de compresión de audio/video, cancelación del eco, detección del silencio, la señal de salida de DTMF, y su función más importante es la translación de la voz en paquetes para poder ser comprendidos por la red IP.

Requerimientos funcionales

Un Media Gateway debe soportar lo siguiente:

- Transmisión de los paquetes de voz usando RTP como protocolo de transmisión.

- Los recursos del DSP y las ranuras de tiempo del T1 son controladas por el Gateway controller.
- Soporte para cada uno de estos protocolos loop-strap, ground-star, E&M, CAS, QSIG y ISDN sobre un T1.
- Habilidad para escalar en puertos, tarjetas, nodos externos y otros componentes del softswitch.

Características del Sistema

- 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.
- Tiene una Interfase Ethernet y algunos poseen redundancia.
- Posee una Interfase para redes TDM y algunos necesitan interfases T1/E1
- Un bus H.110 puede ofrecer mas flexibilidad al sistema
- Densidad de 120puertos (DS0s) es normal, típicamente estas interfases se incorporan en una tarjeta DSPs.

2.3.2.4 Media Server

Un Media server usualmente se clasifica de manera separada del **Feature Server** porque contiene las aplicaciones de procesamiento del medio, esto significa que el media server soporta un alto funcionamiento del hardware del DSP.

Un media server no es estrictamente requerido como parte de las funciones del switch. En el contexto ASP este se puede incorporar en la tecnología de switch y proporciona la oportunidad de integrar la voz y los datos en la solución. También es usado para explotar las capacidades del Standard H.110.

Requerimientos funcionales

Un media server tiene los siguientes requerimientos funcionales.

- Funcionalidad básica de correo de voz.
- Integrar fax y mail box, notificando por e-mail o pregrabación de los mensajes.
- Capacidad de videoconferencia, utilizando como medio de transmisión H323 o SIP.
- Speech-to-text , el cual se basa en el envío de texto a las cuentas de e-mail 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 voz, fax y e-mail por una interfase Ethernet.
- Fax-over-IP usando el protocolo Standard T.38

IVR/VRU es un dispositivo que tiene como interfase al usuario un script de voz, y recibe comandos a través de tonos DTMF.

2.3.2.5 Feature Server

Se define como una aplicación al nivel de servidor que hospeda un conjunto de servicios. Estos servicios de valor agregado pueden ser parte de CALL AGENT o pueden ser desarrollados separadamente. Las aplicaciones se comunican con el CALL AGENT a través de los protocolos SIP, H.323 y otros, estas aplicaciones son usualmente hardware independiente pero requieren un acceso ilimitado a las base de datos.

- Servicio 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 dato. El usuario que recibe la llamada al 800 paga el costo de la misma.

- Servicios 900: Provee servicios de información, contestadora de la llamada, sondeos de opinión pública. El que origina la llamada paga la misma.
- Servicios de Facturación
- H.323 GateKeeper: Este servicio soporta enrutamiento a través de dominios. Cada dominio puede registrar su número y los números de acceso troncal con el GateKeeper vía h.323. El GateKeeper provee los 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: Este servicio permite a un usuario acceder un servicio de larga distancia vía 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.
- VPN: Establece redes privadas de voz, las cuales pueden ofrecer las siguientes características:
 - Ancho de Banda dedicado.
 - Garantía de Calidad de servicio.
 - Plan de marcado privado.
 - Transmisión encriptada.
- Centro de Servicio: El proveedor de servicio ofrecerá características usualmente encontradas únicamente en Centrales avanzadas y sistemas PBX, tales como:
 - Características Básicas: Llamadas en espera, transferencia, Correo de Voz y búsqueda.
 - Facilidades: Auto marcado, identificador de llamada, Velocidad de marcado.
 - Plan de Marcado a la medida del cliente.
- Centralización de llamadas
 - Distribución Automática de llamadas con eficiente enrutamiento a múltiples destinos.
 - Respuestas basadas en la configuración de un plan de políticas de manejo

Características del Sistema

- Requiere de un CPU de Moderada Capacidad.
- Amplia Memoria para evitar el retardo.
- Diversidad de Base de datos localizados en el Feature Server.
- Interfase Ethernet con redundancia dual.
- Adecuado disco de almacenamiento.

2.3.3 Tipos de arquitecturas de Softswitch

En la construcción de un Softswitch las alternativas de implementación deben basarse en las consideraciones de la Arquitectura y los cinco componentes del Softswitch.

Los factores para considerar incluyen: Escalabilidad, Confiabilidad del Hardware, disponibilidad de requerimientos, requerimientos de funcionamiento, Habilidad para lograr la interconexión con múltiples protocolos y el retorno de la Inversión.

En la Tabla 1 se resume los requerimientos para los cinco componentes del soft-switch.

Tabla 1. Requerimientos y características de las 5 clases de softswitch

	GATEWAY CONTROLLER	MEDIA GATEWAY	SIGNALLING GATEWAY	MEDIA SERVER	FEATURE SERVER
CARACTERISTICAS	Capacidades de procesamiento elevadas, Escalabilidad y soporte de un amplio rango de protocolos.	Tiempo real de respuesta y disponibilidad remota	Escalabilidad IP,T1/E1,SS7. Acceso remoto	Alto tráfico IP, tiempo real de respuesta, alta disponibilidad, escalable según demanda.	Capacidad alta de procesamiento mayor de tráfico IP
SYS SW	SOLARIS OS	SOLARIS OS	SOLARIS OS	SOLARIS OS	SOLARIS OS
SYS HW	PLATAFORMA NETRA	PLATAFORMA NETRA	PLATAFORMA NETRA	PLATAFORMA NETRA	PLATAFORMA NETRA

De la tabla 1 se deduce que las características funcionales manejadas por la plataforma está sujeta a los requerimientos de tráfico I/O. En vista de las consideraciones es recomendable agrupar la funcionalidad y los factores de mantenimiento, disponibilidad y crecimiento de unidades separadas e integrarla con el fin de formar el Soft-Switch.

3. REDES DE ACCESO BANDA ANCHA, ASPECTOS DE UNA RED DE PRÓXIMA GENERACION (NGN).

El acceso a banda ancha para usuarios finales es algo que ha sido considerado en el mundo de las telecomunicaciones los últimos 20 años. Hasta ahora el precio estaba por las nubes y un cliente típico no podía acceder a tal servicio. A finales de los 80s se consideró que los servicios de vídeo sobre ISDN y más tarde sobre BISDN sería un golpe en el mercado. Los usuarios al ser más prácticos aceptaron el servicio de fax como unos de los servicios más baratos y rechazaron así los servicios de video por ser tan costosos. Ahora en el siglo de servicios de vídeo ya es posible hablar con video simultáneo y se nota que los precios han bajado y por consiguiente es más usado por el cliente.

¿Qué se considera acceso de banda ancha? Todo más allá de dos canales simultáneos de 64 Kbits/s es considerado como acceso de banda ancha. Pero cuando se habla de banda ancha sobre redes NGN se tiene que considerar las terminales de acceso de multi-servicio IP para los servicios multimedia, como son las PC's, Laptops, PDAs, teléfonos móviles avanzados, teléfonos fijos avanzados, sistemas de audio/video avanzados, etc. Estos se usarán en las conexiones con un gran ancho de banda, soporte de alto rendimiento y técnicas de soporte de calidad. Las nuevas terminales IP serán controladas por soft-switches multimedia a través de un nuevo tipo señalamiento NGN como el **SIP** o **H.323**. La red de acceso se enfocará en la provisión de recursos bajo el control del soft-switch dependiendo del servicio usado. Un soft-switch multimedia ofrece servicios de red y también brinda servicios terceros a través de portales e interfases abiertas. El operador de la red se convierte en el agente intermediario entre los proveedores de aplicación y sus clientes. Podría haber muchas capas agregadas entre la red base y los usuarios finales, dependiendo del diseño de la red y la heterogeneidad. Esto se muestra en la

Figura 17. Para grandes regiones con baja población, 3 - 4 niveles de agregación de tráfico es algo normal. Pues para regiones pequeñas con alta población, el tráfico demanda dos niveles de agregación y es lo más correcto.

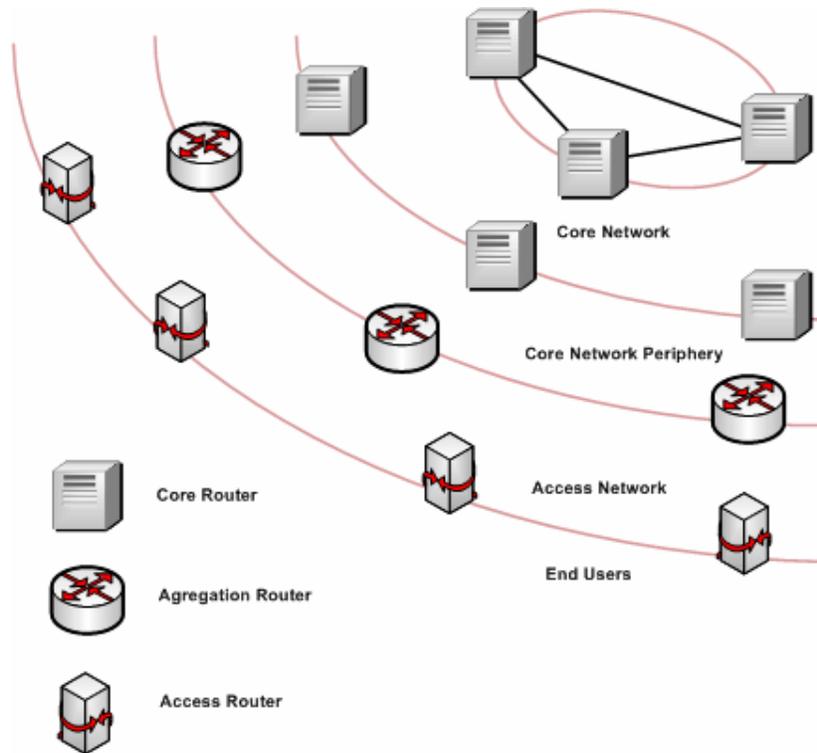


Figura 17. Capas de Acceso en las NGN³²

Una lista típica de los servicios ofrecidos por el acceso de banda ancha NGN se puede ver a continuación:

- Servicios de transporte: Transporte básico (e.j. Best Effort), transporte con calidad predefinida de servicio, transporte con enrutamiento diferencial, transporte con soporte de seguridad, servicios de multi-cast, any-cast, movilidad, servicios de emergencia, contabilidad, uso y funcionamiento;
- Servicios de aplicación que operan sobre transporte de paquetes. Esto puede incluir funciones de soporte para el transporte de paquetes (y puede ser incluido como parte de un servicio de transporte descrito arriba) o la participación en los protocolos de aplicación como Servicio

³² Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cap. 2. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

de Sistema de Nombre de Dominio (**DNS**), los mecanismos de autenticación y de autorización, posición y presencia, almacenamiento basado en redes, servicios de seguridad de emergencia y públicos, política, funciones de recursos multimedia y manejo de sesión.

- Servicios de nueva generación de comunicación, como voz, texto y vídeo conferencias, interoperabilidad de envío de mensajes por cualquier dispositivo (SMS, correo electrónico), conversión de contenido (Ej. Servicios relevantes para traducir entre idiomas y entre información diferente (texto, voz, etc.));
- El contenido y las aplicaciones se están volviendo un nuevo reto para los proveedores de servicio, para mencionar algunos de estos servicios se tiene: entretenimiento, comercio electrónico, información, productividad, automatización, y perfil personal a través de diferentes dispositivos de acceso multimedia a usuarios finales.

Una conectividad típica de la red **ISDN** y de la red RTPC a la red de base NGN se muestra en Figura 18.

Donde las funciones del Media-Gateway que se muestra en esta Figura son:

- Terminación del flujo de paquetes;
- Unión estadísticas del QoS;
- Traducción de codecs entre el codec del paquete de la red y A-Law (ley μ) PCM;
- Cancelación de eco;
- Detección de datos en la banda de voz y su procesamiento;
- Media-working (Función que puede ser colocada en un servidor multimedia separado);
- Interfases de red TDM, e.j: GR-303, GR-8, PRI (network-side);
- DTMF, señalamiento BRI y PRI;
- Interfases análogas y de línea ISDN;
- Tonos audibles de progreso de llamada;

- Paquetización;
- Supresión de silencio;
- Eventos del teléfono del RFC2833 y tonos;
- Manejo de datos de la banda de voz;
- Fax, modem y relevador TTY;
- Redundancia y la corrección de error;
- Encriptación y la autenticación;

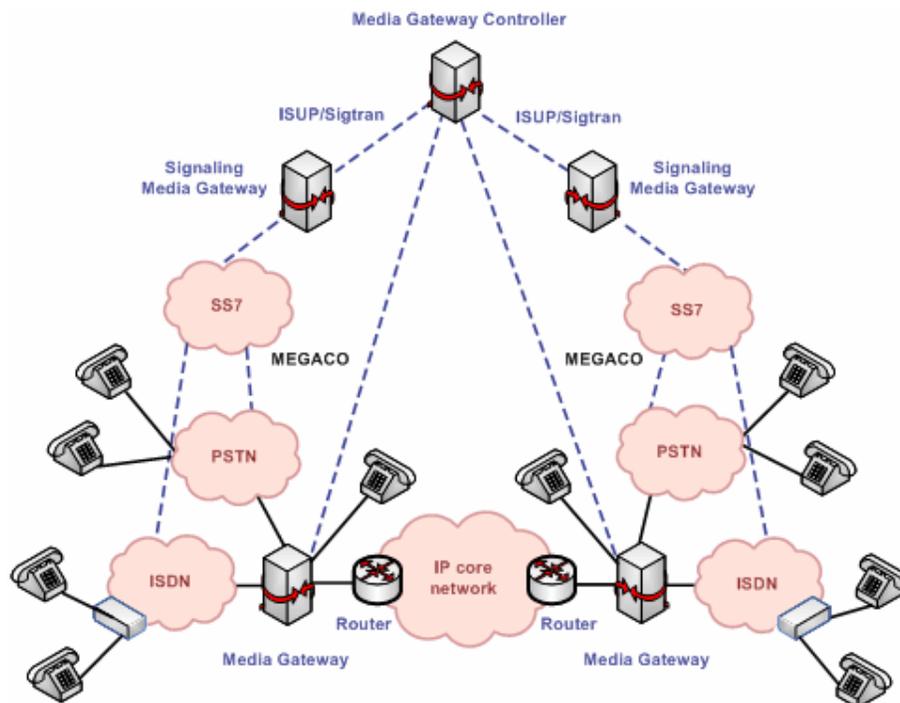


Figura 18. Interoperabilidad de la red base y de acceso³³

Acudiendo a la definición de punto de acceso, se podría hablar generalmente de una “Red de acceso de conectividad IP genérico” (**IP-CAN**). Analizando la Figura 13 se puede ver cualquiera de los esquemas propuestos, adoptados por diferentes proveedores. La definición de Redes de Acceso de Conectividad IP (**IP-CAN**) está siendo estandarizada por 3GPP ETSI TISPAN e ITU-T y requiere:

³³ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 2. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

- Transporte IP - El transporte IP puede ser provisto sobre tecnologías de capas inferiores (e.j., ATM), pero IP-CAN debe presentar a una interfaz IP a la red base NGN de transporte, y al agente de usuario en su respectiva terminal;
- IP-CAN soportará la provisión de QoS consistente con los objetivos de extremo a extremo por la recomendación **ITU-T Y.1541**. Se sabe que las clases QoS de tecnologías diversas de acceso pueden tener requisitos únicos (e.j., 3GPP TS 23.107 "clases UMTS QoS"), lo cuál debe ser considerado;
- Si el IP-CAN provee encriptación en el nivel de transporte, sólo será provisto a través del IP-CAN, o una porción del IP-CAN (en vez de de extremo a extremo);
- IP-CAN puede proveer un mecanismo para aceptar o negar una sesión, basada en el usuario y en el servicio;
- El manejo de movilidad es provista por el IP-CAN, se hará de un modo que este sea consistente con el core NGN.

Los proveedores que producen e integran soluciones NGN, usualmente no pueden dar soporte a todas las interfases y protocolos. Ellos realizan sus redes a su medida dependiendo de la demanda del mercado. Figura 19 y 20 representan las diferentes soluciones propuestas por vendedores diferentes. La primera solución fusiona redes inteligentes, RTPC e ISDN con red de datos.

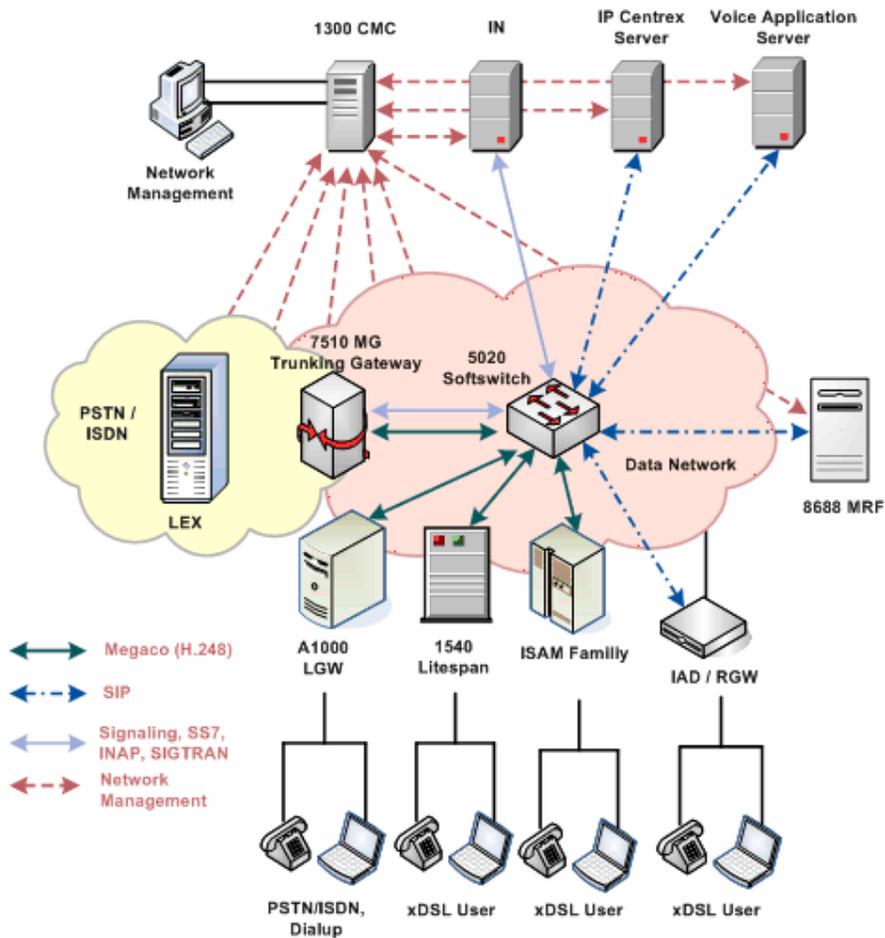


Figura 19. Ejemplo de una solución específica³⁴

La solución de la Figura 20 representa una red NGN de acceso combinada (fibra/cobre/CDMA)

³⁴ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 2. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

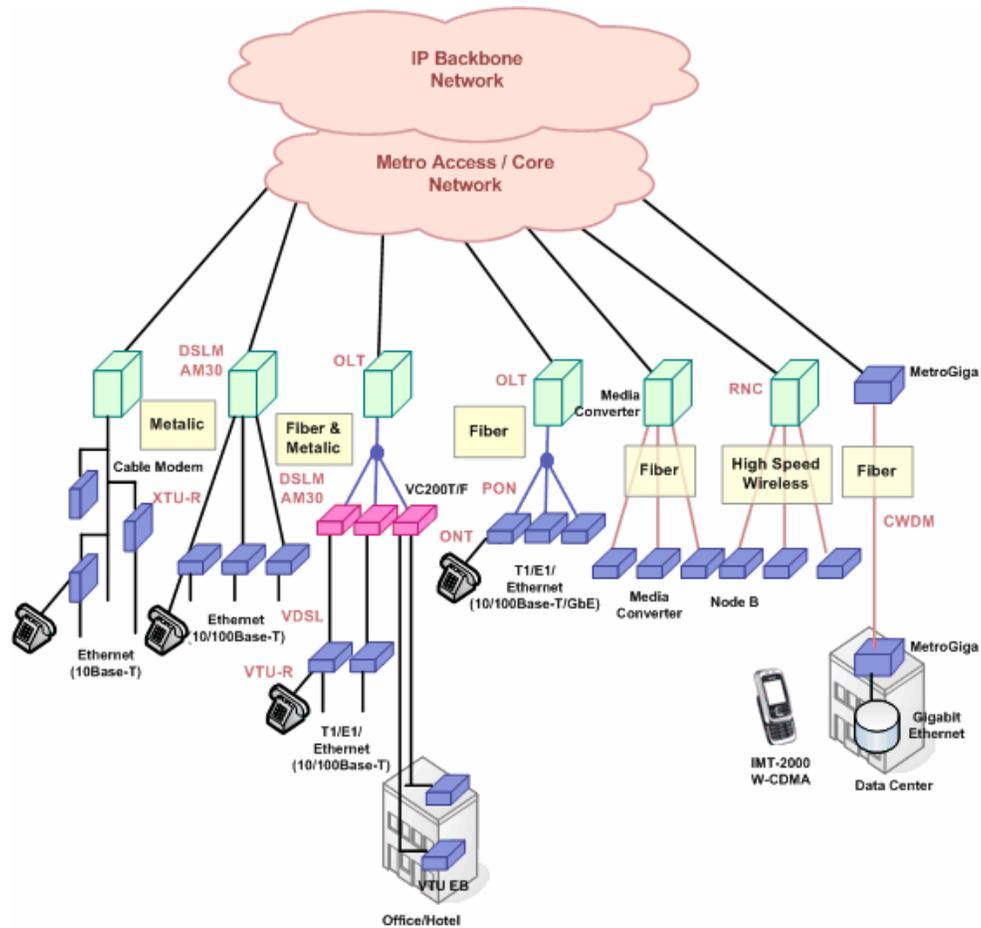


Figura 20. Diferentes módulos de acceso³⁵

La solución mostrada en la Figura 21 le pertenece a ETSI y es llamada TISPAN debido al acrónimo del proyecto. Hace más enfoque en aplicaciones NGN.

³⁵ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Pág. 2. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

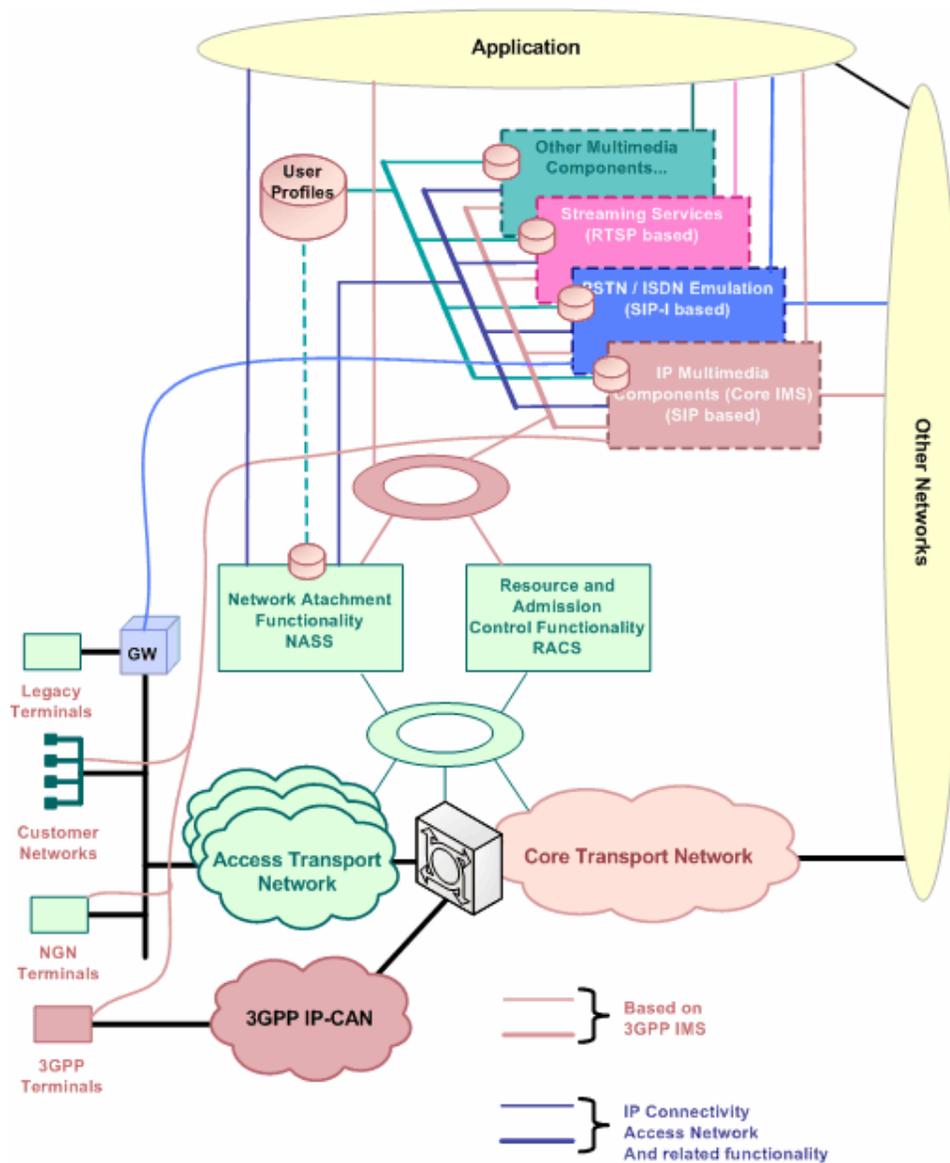


Figura 21. La red TISPAN de ETSI³⁶

El que requiere especial atención durante la integración de redes en NGN es el Sistema de Soporte de Operación (**OSS**). La cual es resaltada en la Figura 22. El OSS consta usualmente de dos partes principales: El manejo de servicio y el manejo de la red. Es muy específico buscando país por país e implementación por implementación. El manejo de servicio consta en su mayor parte de contabilidad, administración del usuario, facturación, soporte de

³⁶ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 2. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

comercialización, herramientas de manejo de problemas. El manejo de la red se ocupa del manejo de los nodos NGN y del manejo de lo integrado y existente en las redes NGN. El manejo NGN está también dividido en acceso y manejo de la red base.

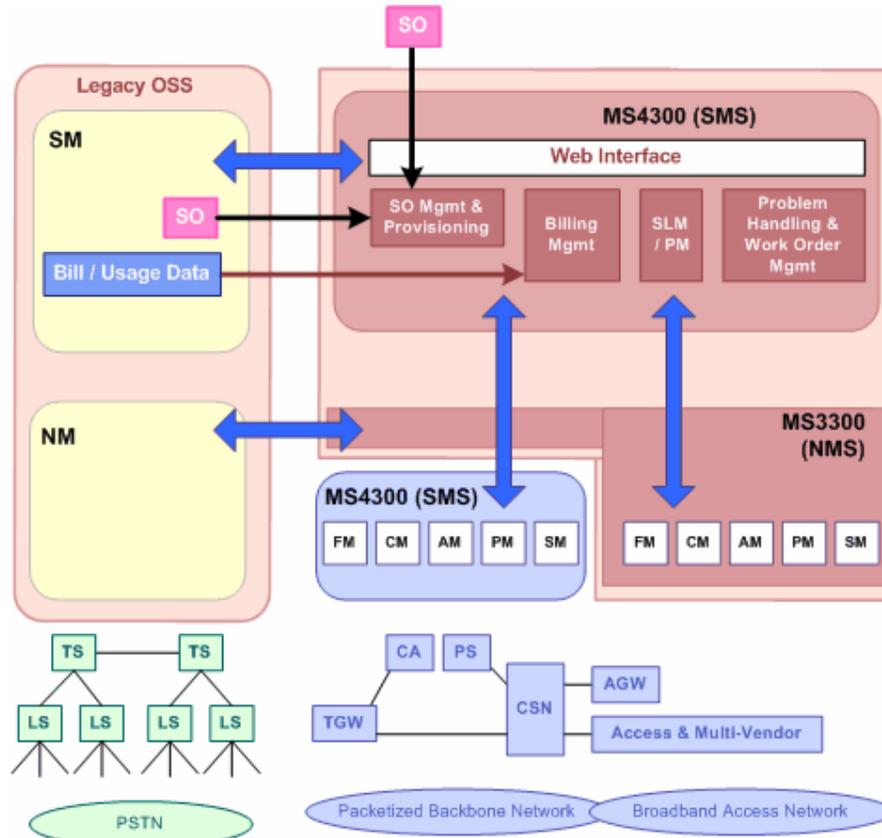


Figura 22. La arquitectura del Soporte de Sistema de Operación (OSS)³⁷

Existen técnicas nuevas de acceso como lo son: CDMA, WiFi, WiMAX, BRAN, RPR, así como también las nuevas tecnologías de servicio como “Triple Play” sobre líneas ópticas, de las cuales se hará una breve reseña de las más relevantes y mencionadas en el medio durante este tiempo, debido a la extensión del temario y del poco espacio que se posee para el presente trabajo.

³⁷ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 2. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

3.1 WiMAX

Basado en el estándar IEEE 802.16 o WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), es una potente solución a las necesidades de redes de acceso inalámbricas de banda ancha, de amplia cobertura y elevadas prestaciones. Ofrece una gran capacidad (hasta 75 Mbps por cada canal de 20 MHz), e incorpora mecanismos para la gestión de la calidad de servicio (QoS). WiMAX permite amplias coberturas tanto con línea de visión entre los puntos a conectar (LOS) como sin línea de visión (NLOS) en bandas de frecuencias de uso común o licenciadas.

WiMAX asegura la interoperabilidad con el estándar para redes de área metropolitana inalámbrica o WMAN desarrollado por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y conocido como HiperMAN (High Performance Radio Metropolitan Area Network), de objetivos muy similares a WiMAX. En junio de 2001 se constituyó el llamado WiMAX Forum promovido por fabricantes de equipos de la industria inalámbrica y de comunicaciones con el objetivo de definir y promover el estándar IEEE 802.16, Esta organización sin ánimo de lucro busca dar soporte a los grupos de trabajo del IEEE 802.16, certificar y asegurar la interoperabilidad entre los equipos de distintos fabricantes.

Las aplicaciones típicas de la tecnología WiMAX son las interconexiones o backhaul inalámbrico de otras redes (como puede ser el caso de las estaciones base de telefonía móvil o de los hot spots), la “última milla” de la red de acceso a Internet de alta velocidad tanto en el segmento doméstico como en el profesional (especialmente indicado en aquellas zonas sin cobertura de banda ancha) y soluciones nómadas, que en conexión con otras redes permiten lo que se ha venido a llamar como “Always Best Connected”, esto es, la conexión a un WISP (Wireless Internet Service Provider) a través de la red óptima en cada momento. Figura 23.

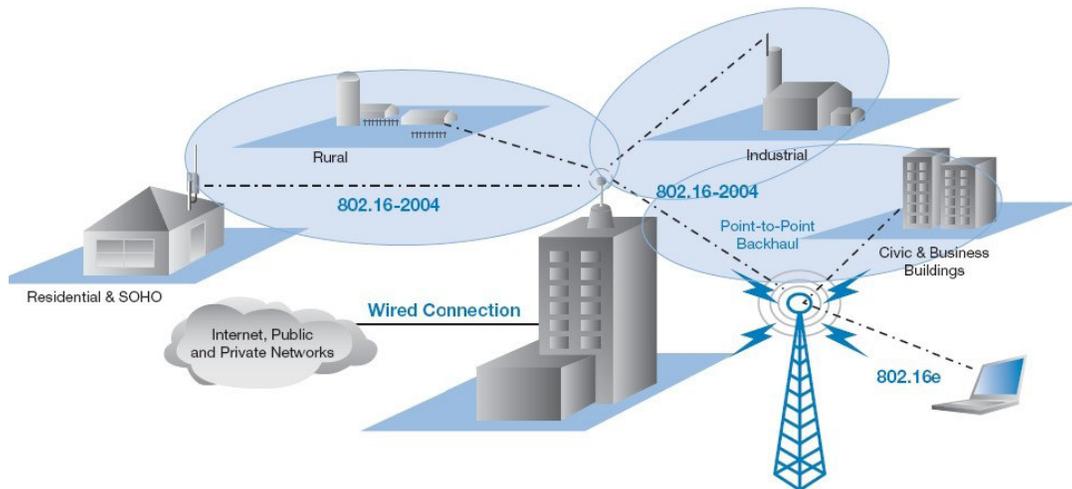


Figura 23. Escenarios WiMAX. Fuente: Intel

En la actualidad la marca WiMAX engloba dos distintos estándares de IEEE: IEEE 802.16-2004 y IEEE 802.16e-2005. Este último, ratificado en Diciembre de 2005, permite la conexión de dispositivos móviles, mientras que el primero está enfocado a conexiones fijas punto a multipunto, lo que lo hace especialmente indicado para el entorno rural y del que se tratará en adelante.

Entre las principales características técnicas de WiMAX se encuentran:

- Anchos de canal entre 1,5 y 20 MHz
- Utiliza modulaciones OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) y OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) con 256 y 2048 portadoras respectivamente, que permiten altas velocidades de transferencia incluso en condiciones poco favorables.
- Incorpora soporte para tecnologías “smart antenna” que mejoran la eficiencia espectral y la cobertura, así como el soporte para redes tipo mesh.
- Originalmente definida para las frecuencias de hasta 11 GHz para conexiones con y sin línea de visión y entre 10 GHz y 66 GHz para conexiones con línea de visión
- Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan

utilizando la mejor de las modulaciones posibles, en función de las características del enlace radio.

Los perfiles ya disponibles incluyen las bandas licenciadas de MMDS en 2,5 GHz y la banda de 3,5 GHz, además de la banda no licenciada UNII (Universal National Information Infrastructure) en 5,8 GHz.

Las bandas y canalizaciones definidas inicialmente se prevé sean completadas en el futuro, cobrando especial importancia la banda de 5 GHz por el amplio espectro disponible, tal y como se muestra en la Figura 24:

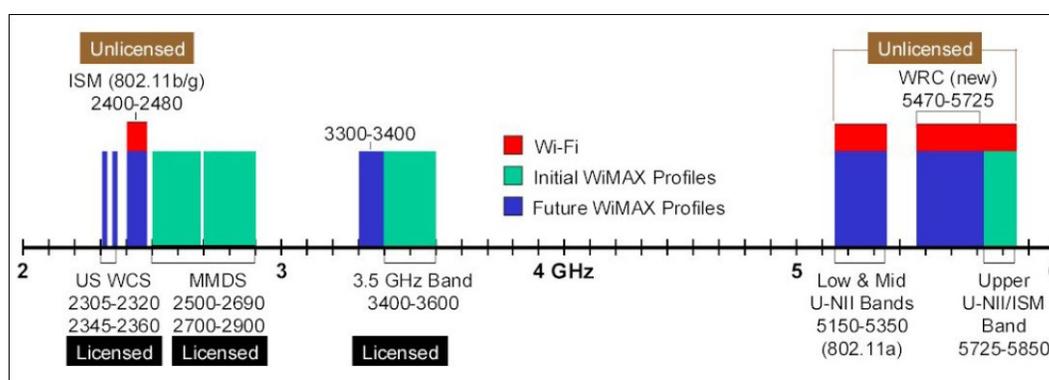


Figura 24. Espectro WiMAX. Fuente: Fujitsu

3.1.1 ¿Qué Aporta WiMAX? ¿Por Qué WiMAX Puede Ser Una Solución En Entornos Rurales?

WiMAX como tecnología inalámbrica reduce los costos con respecto a otras tecnologías consideradas para el entorno rural. Los equipos inalámbricos de usuario (CPE o Customer Premise Equipment) serán capaces de utilizar algunos componentes comunes con los PCs o los PDAs. Los equipos modem de usuario para interior serán autoinstalables de forma equivalente al cable o XDSL y las estaciones base usarán los mismos chips que los puntos de acceso WiMAX de bajo costo. Finalmente, con mayores volúmenes, llegaremos a un mayor nivel de integración de los chips de radiofrecuencia bajando aún más los costos.

Para este sistema existe una mayor cobertura. La tecnología que soporta WiMAX ha sido optimizada para ofrecer NLOS (Non line of sight), -esto es comunicación sin línea directa de visión-. El NLOS tiene como grandes ventajas una mejor cobertura, mejor predicción sobre su potencial de cobertura y menores costos, lo que lleva a que se precise un menor número de estaciones base, planificación radio más sencilla, torres más cortas y terminales de usuarios que se instalan más rápido. Es conveniente comentar que además existen técnicas para mejorar la cobertura del NLOS, como diversidad, codificación espacio-tiempo y ARQ (Automatic Retransmission Request).

En cuanto a la capacidad, una de sus ventajas clave es que utiliza OFDM en comparación con esquemas de modulación sobre una única portadora, lo que permite altas velocidades de transferencia para el usuario, equivalentes a las obtenidas con tecnologías de cable o XDSL incluso en condiciones NLOS y multicamino (multipath).

Dada la cobertura de WiMAX y su NLOS, esta solución es muy atractiva para entornos rurales donde redes cableadas de banda ancha no son viables. Como hemos comentado el NLOS no solo incrementará el número de clientes potenciales sino que también ofrece un servicio universal que eliminará sombras que pueden darse con tecnologías LOS.

Además los equipos de usuario para interior que usan NLOS tienen como ventaja que reducen el riesgo de robo o daños que son muy habituales en bastantes regiones del mundo. WiMAX como tecnología ha generado grandes expectativas durante los últimos años. Muchas de esas expectativas pueden venir dadas por su posible competitividad en relación a otras tecnologías, los modelos de negocio alternativo que se pueden plantear alrededor de la misma (ej, en movilidad), la prestación de servicios en zonas desfavorecidas, mejoras de la prestación de servicios de atención primaria, teleasistencia y teleformación, etc. En definitiva se abrirá una ventana de oportunidades más justa independientemente de la ubicación de la población.

3.2 Resilient Packet Ring (RPR)

El protocolo Resilient Packet Ring nace como necesidad de una nueva forma de transporte de datos. Tradicionalmente los datos se han estado transportando sobre redes ATM y SDH. Hoy en día, la tendencia es llevar la conexión Ethernet desde la central del proveedor hasta el abonado, ya que todos los servicios que se están ofreciendo y se van a ofrecer a los usuarios finales están basados en el mundo IP. Además las redes Ethernet cada vez se van haciendo más grandes y se les va pidiendo mayor ancho de banda, rapidez y fiabilidad.

Dando respuesta a estas necesidades, se ha desarrollado el nuevo protocolo estándar Resilient Packet Ring (**RPR**), cuyas principales características son:

- Es una tecnología de transporte de nivel 2, complementaria a las que ya existen.
- Comparte los anillos de fibra, y reutiliza espacio (ancho de banda).
 - Reduce los costos de operación y de construcción de red (Capex y Opex):
 - Reduce la complejidad de la red.
 - Reduce los tiempos de dar servicio.
 - Escalable.
- Topología de red muy sencilla (Anillo).
- Eficiencia en la utilización de fibra.
- Carrier Class:
 - Protección de anillos, resistentes a fallos.
 - Múltiples niveles de calidad de servicio.

3.2.1 Comparativa entre RPR y las soluciones actuales

Las actuales soluciones de transporte SDH, ATM y Ethernet tienen ciertas limitaciones a la hora de afrontar el crecimiento de las redes metropolitanas. Como resumen, en la tabla siguiente se detallan los pros y contras de estas tres tecnologías junto con el nuevo estándar RPR.

Tabla 2. Comparación de RPR con otras Tecnologías³⁸

Tecnología	Pros	Contras
SDH/SONET	Excelente QoS para servicios de voz y TDM	Ineficiente para transporte de datos
	Protección Carrier Class	Dificultad de provision de circuitos
ATM	Excelente QoS para servicios de voz y TDM	Desperdicio de celdas para transporte de datos
		Provisión de circuitos muy costosa
Ethernet	Eficiente para transporte de datos	Pobre QoS para servicios de voz y TDM
		No protección Carrier Class
RPR	Excelente QoS para servicios de voz y TDM	Nuevo concepto
	Eficiente para transporte de datos	
	Protección Carrier Class	

El nuevo estándar RPR es un complemento a las tecnologías anteriores que aprovecha lo mejor de todas ellas y a la vez las redes ya existentes. Optimiza las redes públicas para transportar datos, e interconecta eficientemente las redes LAN con las redes SDH actuales. A nivel físico es compatible con las tecnologías anteriores, Ethernet, SDH.

Esto simplifica mucho las redes, ya que hasta ahora en la mayor parte de los casos coexisten tecnologías como ATM, SDH, TDM, IP y Frame Relay, todas ellas superpuestas.

3.2.2 Descripción de Resilient Packet Ring

Resilient Packet Ring (RPR), está basado en una topología en anillo dual. Un anillo está formado por muchas conexiones entre los diferentes puntos. Si estos enlaces son bidireccionales, el anillo permite resistencia contra fallo. Otra

³⁸ Fuente: http://www.coitt.es/antena/pdf/165/15_Banda_ancha.pdf

ventaja de este tipo de redes es que es más fácil de operar que una compleja red maldada o irregular.

Muchas redes MAN y WAN de los proveedores de servicios están basadas en SDH con topología de anillo y anillo dual, en los que un anillo es principal y el otro permanece como reserva para utilizarlo sólo en caso de fallo.

RPR es un protocolo de control de acceso al medio para compartir el anillo de comunicación, que tiene una interfase de cliente similar a Ethernet. En comunicaciones uni-cast, las tramas son introducidas en la red por una estación origen que además decide en qué sentido se transmite la trama. Ésta deberá viajar por el anillo hasta llegar a la estación receptora. Si una estación recibe una trama y no es la destinataria de ella, la envía a la siguiente estación. Los métodos de transmisión utilizados son *cut-through* y *store and forward*. Para evitar que pueda haber tramas sin una estación receptora, cada una de ellas lleva un campo TTL que se va decrementando según va pasando por estaciones.

Cuando una estación recibe una trama destinada a ella, la extrae del anillo. De tal forma que este ancho de banda queda disponible. A esto es a lo que se conoce como reutilización espacial.

En la Figura 25. (a) se muestra un escenario en el que se obtiene reutilización espacial en el anillo exterior; la estación 2 está transmitiendo hacia la estación 4, a la vez que la 6 está transmitiendo hacia la 9.

Cada estación tiene un buffer llamado *transit queue*. En la Figura 25 (b) la trama que transita por una estación es encolada temporalmente. La estación debe actuar de acuerdo a dos reglas muy simples, la primera es que la estación sólo puede comenzar a transmitir tramas si la cola *transit queue* está vacía y no hay ninguna trama atravesando la estación. Si una trama llega a la estación después de que ésta haya empezado a insertar tramas en el anillo, esta es almacenada en la cola *transit queue*.

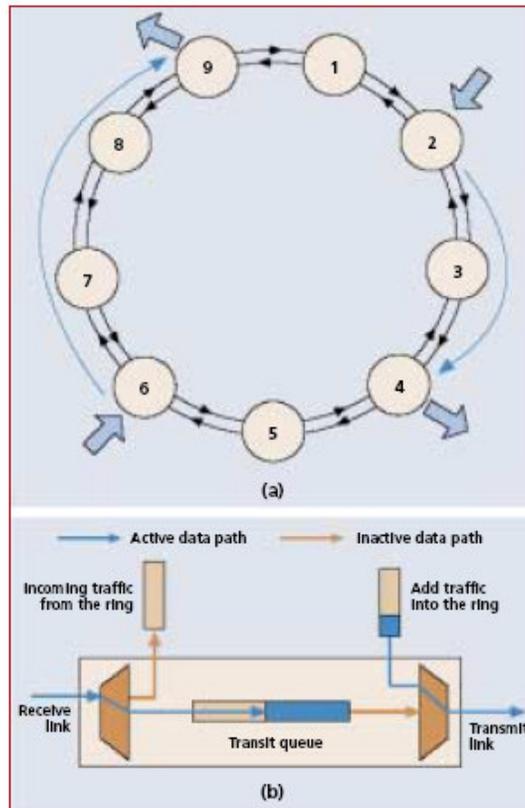


Figura 25. Funcionamiento de RPR³⁹

RPR proporciona, tres niveles o clases de servicios. El objetivo de este esquema de transporte, es dar a la clase A baja latencia, en la clase B latencia y jitter son predecibles, mientras que en la clase C será un Best Effort. RPR no descarta tramas para solucionar la congestión.

Las tramas de la clase A se pueden dividir en A0 y A1. Las tramas B también se dividen en B-CIR (Committed information rate) y B-EIR (Excess information rate). Las clases C y B-EIR son denominadas *FE* (fairness elegible), esto es porque este tipo de tráfico es controlado por el algoritmo *fairness*. Para garantizar los servicios de las clases A0, A1 y B-CIR, se asigna ancho de banda. El ancho de banda asignado a la clase A0 se denomina «reservado» y solamente puede ser utilizado por la estación que lo tiene asignado. El ancho de banda preasignado a A1 o B-CIR se denomina «reclamable». El ancho de banda «reservado» que no se utiliza se desperdicia, pero el tráfico «reclamable» no utilizado puede ser reutilizado por el tráfico FE.

³⁹ Fuente: http://www.coitt.es/antena/pdf/165/15_Banda_ancha.pdf

Cuando una estación quiere reservar ancho de banda A0 envía una reserva mediante broadcast al resto de las estaciones. Una vez recibida la misma información del resto de estaciones, cada estación hace el cálculo de ancho de banda no reservado disponible, que puede ser utilizado por el resto de clases de tráfico. Cada estación del anillo RPR tiene un formateador de tráfico por cada A0, A1 y B-CIR y también uno para FE. Hay otro formateador para todo el tráfico diferente a A0, llamado «downstream shaper ». El downstream shaper asegura que el ancho de banda utilizado por el tráfico no reservado no excede el ancho de banda no reservado. Los otros formateadores se encargan de limitar la inserción de tráfico del resto de clases de tráfico.

Los formateadores de las clases A0, A1 y B-CIR están preconfigurados. Una cola es suficiente para realizar el «buffereing » de tramas en tránsito de cada estación. La cola puede estar definida como una cola con prioridades, donde las tramas con prioridades más altas son descoladas antes que las de prioridades más bajas. Opcionalmente RPR considera la utilización de dos colas, una principal PTQ (primary transit queue) y otra secundaria (secondary transit queue). Las tramas de clase A son encoladas en la cola PTQ, mientras que las tramas de clases B y C son encoladas en STQ. El envío desde la cola PTQ tiene prioridad sobre la STQ y la mayor parte de tipos de inserción de tráfico.

3.3 TRIPLE PLAY

En Telecomunicaciones, el concepto **Triple-Play**⁴⁰, se define como el empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (voz, Banda ancha y televisión). Es la comercialización de los servicios telefónicos de voz junto al acceso de banda ancha, añadiendo además los servicios audiovisuales (canales de TV y pago por visión).

El servicio Triple Play es el futuro cercano para el desarrollo integral de comunicación en los hogares. El desarrollo actual de los **ISP** conlleva una

⁴⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Triple_play

solución única para varios problemas. El servicio telefónico, televisión interactiva y acceso a Internet, todo en un mismo servicio. Todos los servicios sobre el mismo medio físico basado en ADSL.

Posibilita un servicio más personalizado al usuario debido a que el cliente dispone de los servicios y contenidos que el desea utilizar en el momento idóneo. La mejora en la calidad de los servicios, llegando hasta los hogares la calidad digital. Nuevas posibilidades en telefonía y un abaratamiento del acceso a Internet.

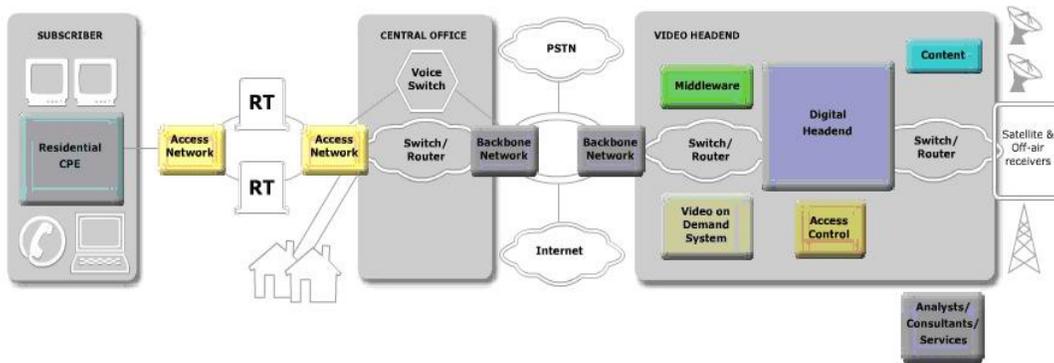


Figura 26. Esquema de Triple-Play ⁴¹

Un salto tecnológico que permite compartir eficazmente y sin perturbación los datos de Internet, la voz y el vídeo en la red eléctrica existente. La conexión se basa en datagramas IP para todos los servicios. El servicio telefónico, se basa en la tecnología VoIP. Se transmiten llamadas de voz de manera similar al envío de datos electrónicos (Internet), convirtiendo la voz en paquetes de datos, que viajan a través de redes multiservicio IP de las operadoras. La “Centralita IP” Soft-switch es el elemento que registra los teléfonos conectados a la red Multi-servicio a través del ADSL. Los teléfonos analógicos se conectan a la línea ADSL a través de un conversor llamado ATA/IAD. Si la llamada se produce entre teléfonos registrados en el Soft-switch se establecerá una llamada VoIP entre ambos. El IP

⁴¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n>

Gateway es un elemento esencial, para procesar llamadas externas con teléfonos IP no asociados al Soft-switch. Su misión es la de enlazar la red VoIP con la red telefónica analógica o RDSI para llamadas externas. Figura 26.

La televisión evolucionará en un futuro hacia una televisión por cable con total interactividad con el usuario permitiendo una televisión “a la carta”. Todo esto se basa en la evolución hasta las redes de próxima generación (NGN).

En redes previas a NGN:

- No se puede ofrecer IPTV:
- Sincronización ADSL (baja velocidad) máximo 6M en condiciones óptimas de distancia a la central.
- Redes ADSL basadas en multiplexaciones ATM. problemas para soportar Triple Play. Actualmente la multiplexación es LAN, más flexible y mayor ancho de banda.
- No se puede ofrecer VoIP:
- Es sensible a retardos y pérdida de paquetes, es necesaria QoS (priorización de paquetes en la línea), hasta el momento estaba orientada al mercado empresarial los equipos no son capaces de soportar QoS implementada en todos los interfases

Asimismo gran parte de culpa también tienen la instalación de los centros de acceso a clientes DSLAM cercanos a los hogares lo que ha posibilitado un gran aumento del ancho de banda, necesario para soportar estos servicios.

4. ARQUITECTURA DE LAS REDES DE TRANSPORTE (CORE NETWORK), IMPLEMENTACION DE NGN.

Las tecnologías para redes base y especialmente en la base de las NGN no es tan productiva como en las redes de acceso. Debido a la necesidad de transmisión síncrona, altas velocidades, reservación y fiabilidad que necesitan especial atención y por consiguiente requisitos especiales que sean especificados por estas necesidades. El esquema de topología de red base es usualmente heterogéneo. Se muestra en la Figura 27 los diferentes tipos de topologías para la conectividad de base como son:

- La estructura árbol
- La estructura bus
- La estructura árbol con reservación
- La estructura anillo

De hecho las redes reales son expandidas con características de NGN y su topología es usualmente mixta.

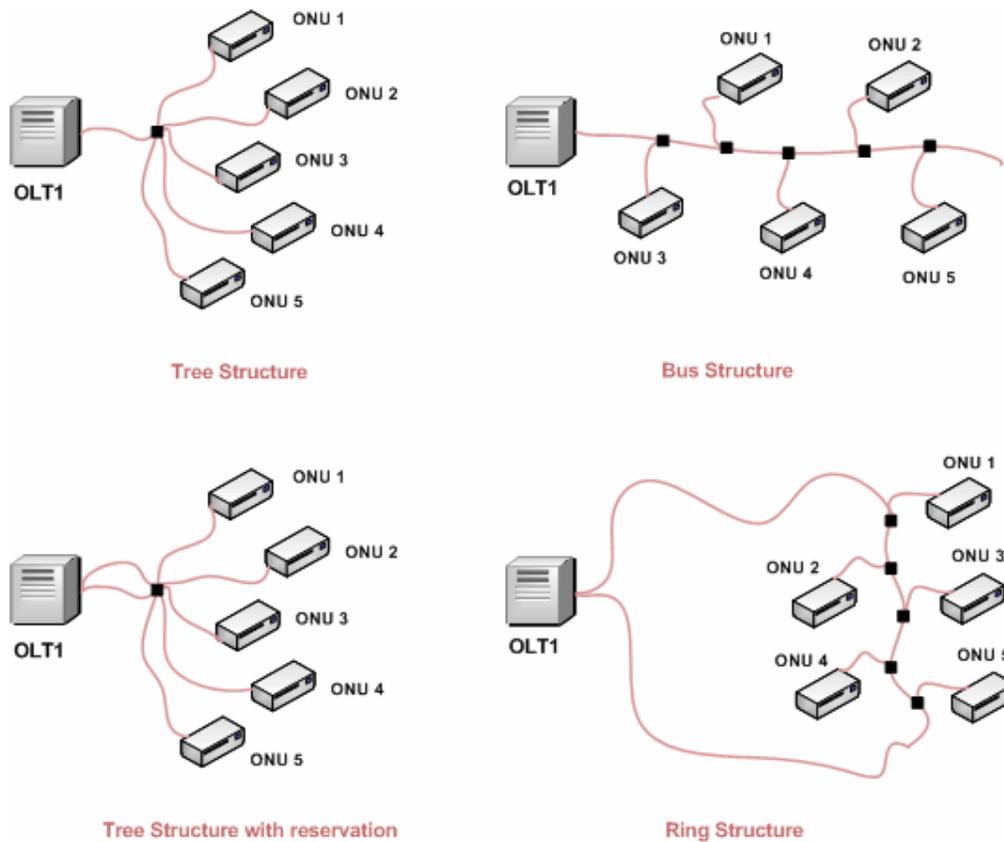


Figura 27. Las arquitecturas de la red base⁴²

Una de las topologías más usadas es la de anillo dual (Dual Ring) Figura 28. Es doble y por ende reservada. En una red pequeña NGN los Media-Gateways pueden actuar también como softswitches o enrutadores base. En una red base más grande, los enrutadores están usualmente separadas de los Media-Gateways.

⁴² Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

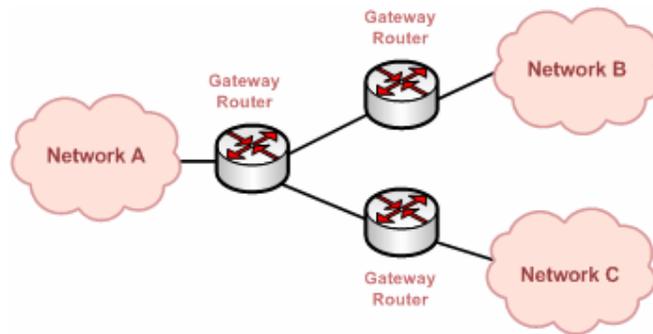


Figura 28. Sistema IP Multimedia. La estructura típica de anillo⁴³

La red de transporte se basa en las siguientes tecnologías físicas:

- SDH/SONET;
- WDW/DWDM;
- Ethernet.

Usualmente no están combinados en una red sencilla. Por consiguiente su implementación e interconexión depende de las necesidades de mercado y de la infraestructura existente de la red. Una estructura típica heterogénea es mostrada en Figura 29.

⁴³ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

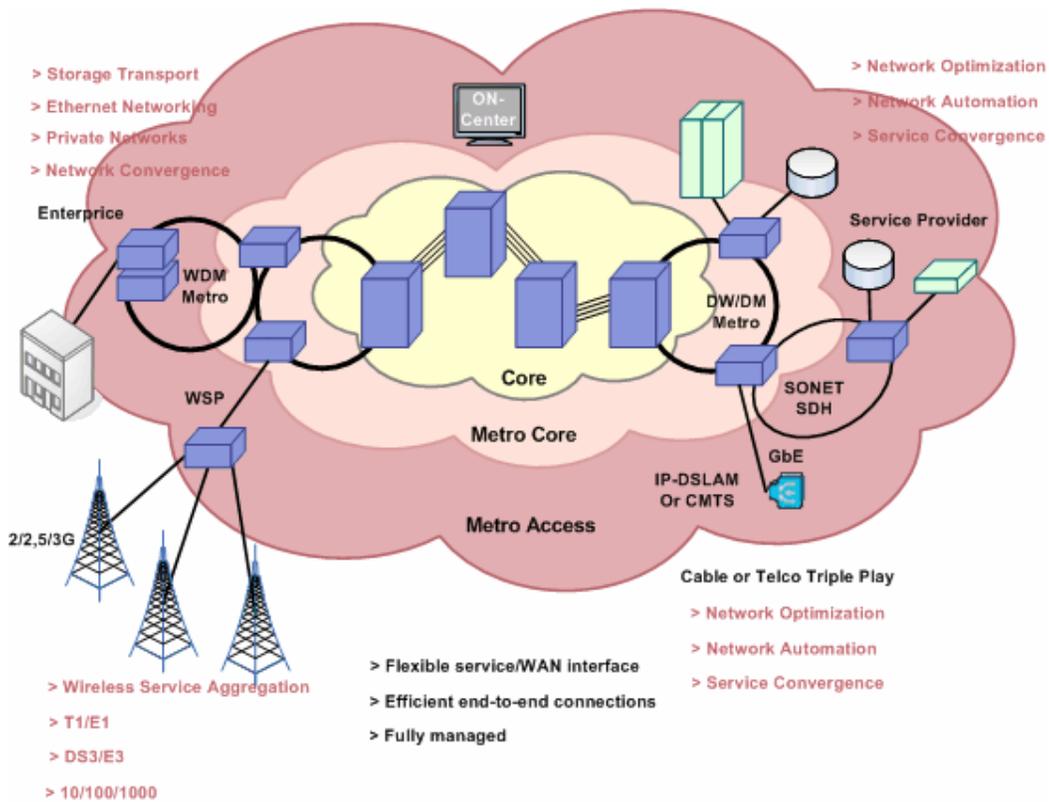


Figura 29. La implementación de la red base⁴⁴

¿Como el OSS trabajará en caso donde existen redes diferentes físicamente y de estructura heterogénea? OSS debería incorporar el manejo de los diferentes segmentos de la red en un segmento común, designado el segmento de la red base (Core Network Segment). Esto es mostrado en la Figura 30.

⁴⁴ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

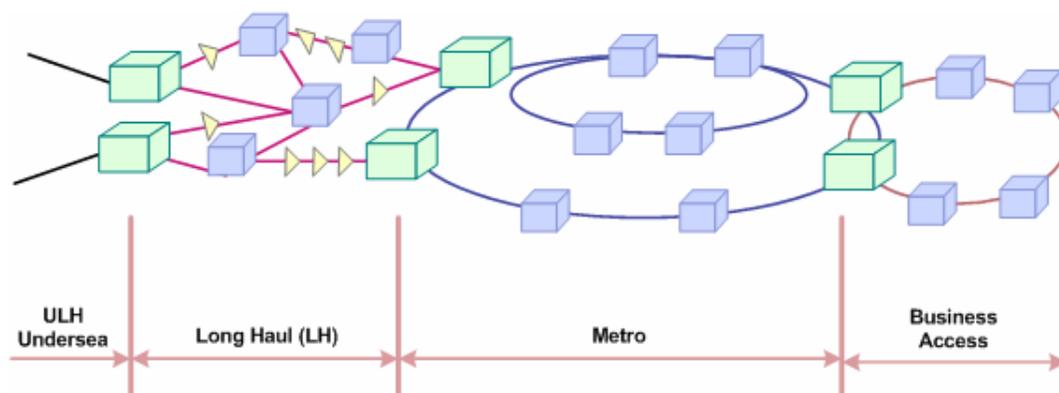


Figura 30. Manejo y control de la red base ⁴⁵

Realmente se hablara en el futuro de base NGN, todos los operadores estarán interconectados como es representado en la Figura 31. También el manejo de la red común será un poco complicado. Tener un simple punto de manejo de red, se está volviendo transparente para proveedores de servicio y usuarios finales. Se puede residir en otro sitio; Se puede cambiar las políticas de servicio a cualquier hora. Por consiguiente, las redes futuras serán de lugar y de tiempo transparente. Especial atención se debería estar prestar a las redes de transporte basadas en soluciones fijas inalámbricas como WiMAX. Usan y reúsan el espectro para la conectividad dependiendo del tráfico en celdas diferentes y entre celdas. Si se pensara en que se podrían cambiar la capacidad de las líneas ópticas y también en reacomodar secciones entre soft-switches, entonces se podría entender la perspectiva y el alcance de la red base WiMAX. Desde el punto de vista de NGN esta solución inalámbrica es lo mismo que las soluciones cableadas. Sólo que los cables cambian por señales de radio en el aire.

⁴⁵ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

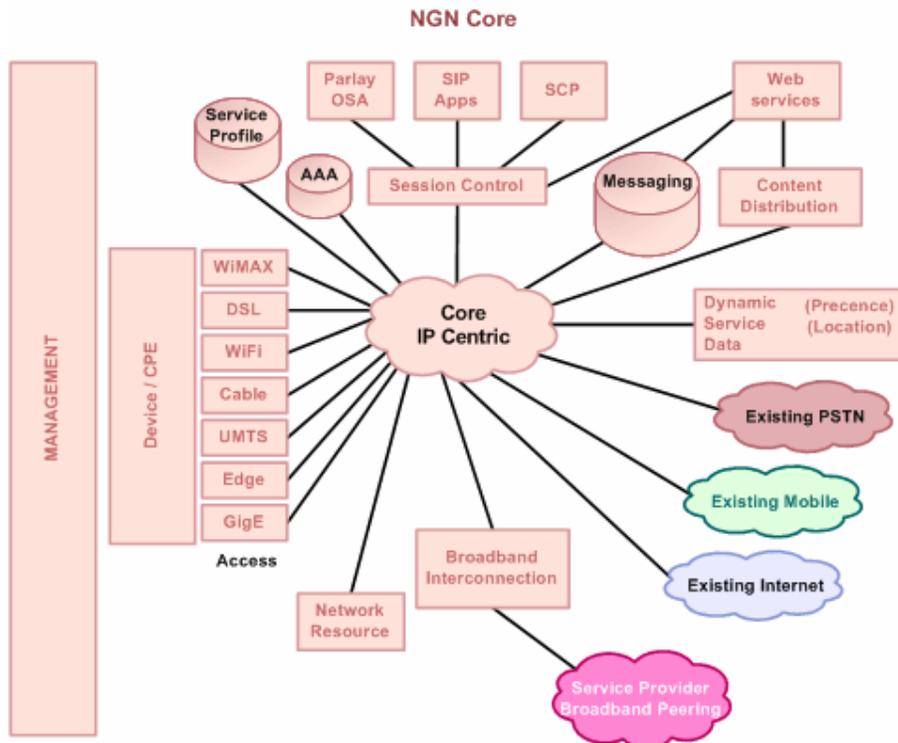


Figura 31. Modo sencillo del proveedor de servicio⁴⁶

En el tiempo de transición para la implementación de NGN, muchos proveedores de servicio permitirán el acceso dual a sus redes. Por consiguiente, el esquema viejo de acceso será conservado y el nuevo por medio de NGN también será provisto al usuario final. El usuario final puede seleccionar o preseleccionar la conexión y el operador. Este modo es mostrado en Figura 32.

⁴⁶ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

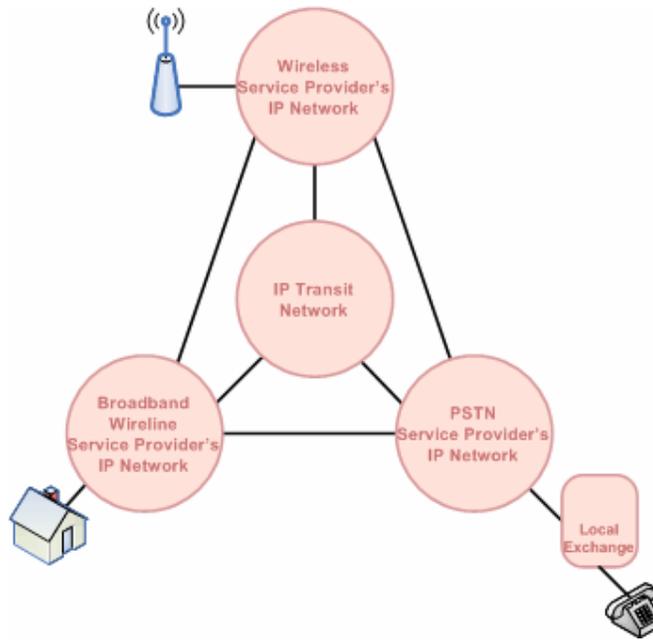


Figura 32. Modo múltiple del proveedor de servicio⁴⁷

Se recordara una vez más el término "agregación" el cual tiene mucha importancia en las NGN. Debido a la alta capacidad de red y al muy alto rango de interfaces soportadas a los usuarios finales, la red debería ser capaz de agregar tráfico en casi todos los niveles. La Figura 33 representa la división de funciones de agregación entre el acceso y los dispositivos base de NGN. Éste es el punto con línea punteada o un paso debajo de él.

⁴⁷ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

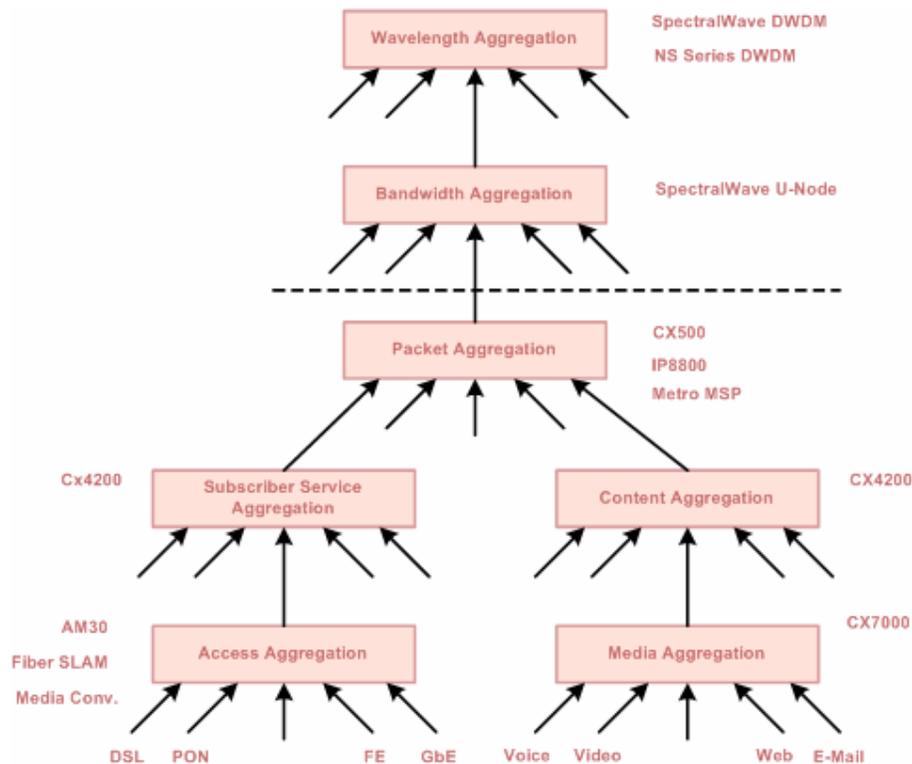


Figura 33. Límite entre la agregación de la red base y las técnicas de agregación en la red de acceso⁴⁸

El caso especial de conectividad de red es la red de malla (Mesh). Es mucho más complicado pero con muchas más ventajas lo es de sumo interés a los niveles de soporte de manejo y al usuario final. Una comparación entre sus características principales es demostrada en Tabla 3.

⁴⁸ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

Tabla 3. Comparación de Anillo Vs. Red Malla (Mesh)⁴⁹

	Red de Anillo	Red de Malla
Conductor de mercado	TDM y tráfico de voz	El rápido crecimiento de tráfico de datos y la demanda sin precedente
Tipo de servicio	Voz fija y servicios de datos.	<p>Servicios fijos y flexibles de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ancho de banda por demanda <ul style="list-style-type: none"> • VPN • Conexión de Ethernet LAN • Servicio de conmutación de longitud de onda.
Protección/Restauración	Completamente protegido	<p>Diversos grados de protección</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abatane • Dedicado • Basado en las peticiones específicas del cliente • Sin protección
Tiempo de Abastecimiento	Tres a nueve meses o más	Días o semanas
SLA (Acuerdo de Nivel de Servicio)	Nivel Sencillo	Niveles múltiples y hecho a la medida basado en los requisitos

⁴⁹ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 3. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

5. INTERWORKING IPv6 SOBRE ATM, MPLS Y REDES FIJAS

5.1. IPv6 sobre ATM (Modo Transferencia Asíncronico)

El uso de una red ATM para transportar paquetes IPv6 puede ser relativamente simple o muy complicado, depende de cómo la red ATM misma es usada. Muchas propuestas comerciales para WANs (Redes de Área Amplia) con ATM, ofrecen un servicio basado en PVCs (Conexiones Virtuales Permanentes) y una interconexión de redes entre redes locales y la WANs implementadas a través de enrutadores. Este método de usar ATM no presenta problemas particulares porque los enrutadores ven PVCs como canales punto a punto. Este acercamiento es frecuentemente escogido cuando:

- Los tamaños de interconexión de redes sean significativos;
- La transmisión heterogénea de multimedia es usado, haciendo el uso de una tecnología única de red imposible;
- Las razones de fiabilidad imponen una tecnología de malla, también con transmisión heterogénea de multimedia.

Lo único en cuestión es cómo hacer segmentar paquetes IP en celdas del ATM, pero las soluciones normales están ya disponibles para este problema.

La situación es diferente si se quiere usar **SVCs** (Conexiones Virtuales Conmutadas), las cuales son activadas a través de procedimientos de señalización **UNI** (Usuario para Interfaz de Red). Las SVCs hacen al ATM una red de acceso múltiple, es decir una red en la cual todos los demás usuarios de la red pueden ser alcanzados de cualquier punto de conexión.

No obstante las **LANs** son redes de acceso múltiple, las cuales son diferente al ATM por su naturaleza de “sin conexión” y porque le ofrecen un soporte nativo al tráfico de radiodifusión. La falta de un mecanismo para transmitir el tráfico emitido por radiofrecuencia, clasifica ATM como una tecnología de red **NBMA** (Non Broad Multi Access). Otras tecnologías de red NBMA han estado disponibles por muchos años, por ejemplo, las que fueron basadas en **X.25** y en **Frame Relay**, pero el transporte de paquetes IP en redes NBMA adquiere una relevancia particular sólo con ATM. De hecho, el análisis de mercado está de acuerdo con que dentro de poco, ATM e IPv6 serán tecnologías extendidas y por consiguiente se debe encontrar formas eficientes para usarlas conjuntamente.

El uso de SVCs requiere mecanismos en los cuales el protocolo IPv6 active los procedimientos UNI para crear y terminar a las SVCs, mecanismos que están en contraste con la naturaleza de sin-conexión del protocolo IP.

Los problemas pertinentes para IP sobre la interconexión de redes ATM, pueden ser mejor comprendidos analizando la Figura 34, en la cual subredes IP son identificadas por el acrónimo **LLG** (Grupo Lógico de Enlace), de acuerdo con la terminología propuesta para IPv6 sobre ATM.

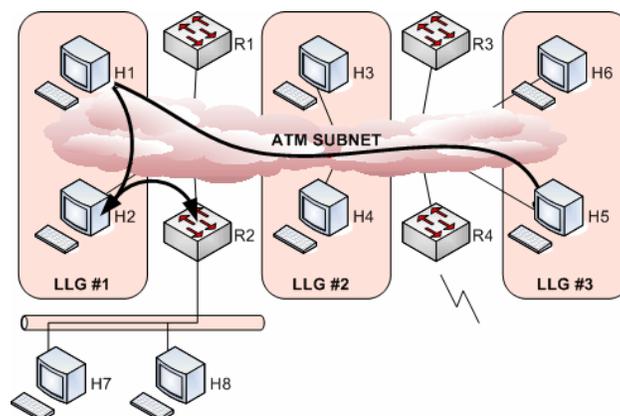


Figura 34. IPv6 sobre ATM⁵⁰

⁵⁰ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 4. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

Analizando la Figura 34, se puede entender cuánto tan complicado es el problema de enrutar totalmente a IP sobre ATM, por la posibilidad de colocar SVCs entre dos estaciones directamente conectadas a ATM, aun perteneciendo a **LLGs** diferentes (e.j, H1 y H5), implementar un proceso designado corte directo enrutando. Otro problema que necesita una solución eficiente es la identificación de un mejor enrutador de salida, hacia una estación no conectada a ATM (e.j, el enrutador R2 para la comunicación entre H2 y H7).

5.2. Redes IPv6 en un Backbone MPLS Móvil e inalámbrico.

La estrategia preferida para proveedores de servicio es a menudo empezar insertando soporte IPv6 al borde de sus redes actuales IP cuánto posible sea. La mayoría asume que el tráfico de IPv6 aumentará lentamente y que la definición previa de 3GPP de IMS como usado exclusivamente por IPv6 su respectiva introducción es ahora dudosa. **MPLS 6PE** es la mejor solución para proponer tan pronto como los operadores de redes móviles (**MNOs**), consideren el soporte de IPv6. El 6PE tiene las siguientes ventajas que a los MNO le concierne:

- **Bajo costo** - Comienza con una plataforma actual, usa enrutadores existentes tanto en el borde de IPv6 cuándo es necesario, como en la integración de prueba de conducta.
- **Protección de riesgo** – No se hace necesario ninguna mejoría del backbone. El negocio es asegurado por un backbone IPv4 probado.
- **Funcionamiento** - IPv6 es independiente en el backbone porque las pautas del IPv6 usan reenvío MPLS.
- **Soporte del hardware** - IPv6 y 6PE en la línea de tasa, están disponibles cuando y donde sean necesarios.

Con MPLS 6PE, cualquier introducción de tráfico de IPv6, no tiene ningún impacto en el otro tráfico que use la misma red de backbone. Las aplicaciones comerciales no están, por consiguiente, afectadas por la adopción del IPv6. Como en el ejemplo en Figura 35, una red de prueba IPv6 IMS, puede ser construida y destacada sobre una red común MPLS, involucrando sólo a la red IMS y a un dispositivo 6PE. Para la Red IP **UTRAN** (Universal Terrestrial Radio Access), los nodos IP UTRAN pueden usar IPv6 y la red MPLS a través del dispositivo 6PE sin cualquier otro mecanismo de transición como hacer el entunelamiento.

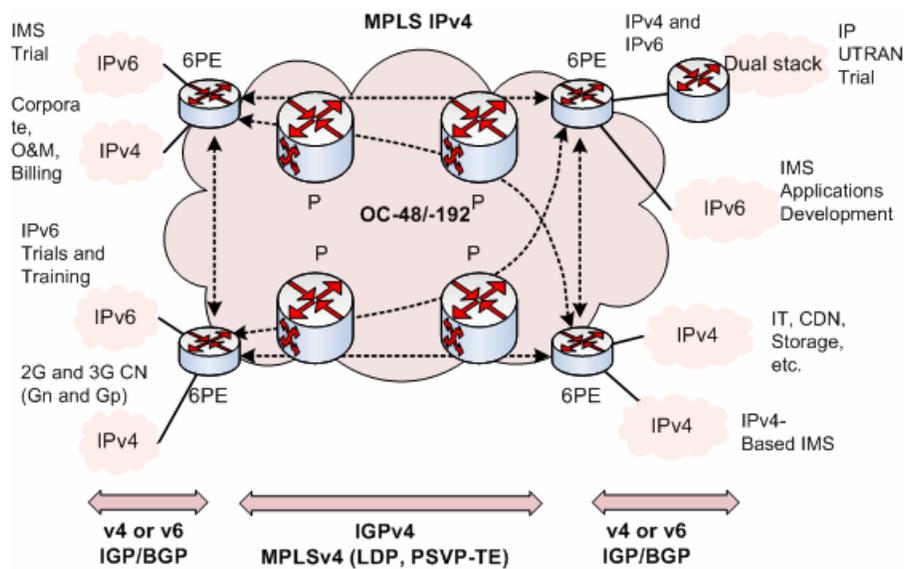


Figura 35. Inserción de redes IPv6 a un Backbone MPLS Móvil e Inalámbrico⁵¹

Si dominios separados de IPv6 (e.j., IMS y **GTP** [GPRS Tunnel Protocol]) son necesarios, el uso de MPLS 6PE con un portador soportando portador (**CsC**) su funcionamiento es acelerado y bien conocido. Puede evitar una larga fase de evaluación de código por un conjunto de operadores móviles, sin impedir la evolución a un enrutador proveedor de borde MPLS IPv6 VPN (**6VPE**).

Una meta principal de construir backbones de IP/MPLS es de soportar tanto servicios externos e internos, así como también redes de agregación usando VPNs Capa 3 (**L3 VPNs**), para IP o servicio pseudo-cable (usando capa 2 de

⁵¹ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cap. 4. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

transporte que utilice AToM⁵² [Cualquier Transporte sobre MPLS] para tráfico GPRS-Frame Relay y UMTS-ATM), como muestra la Figura 36.

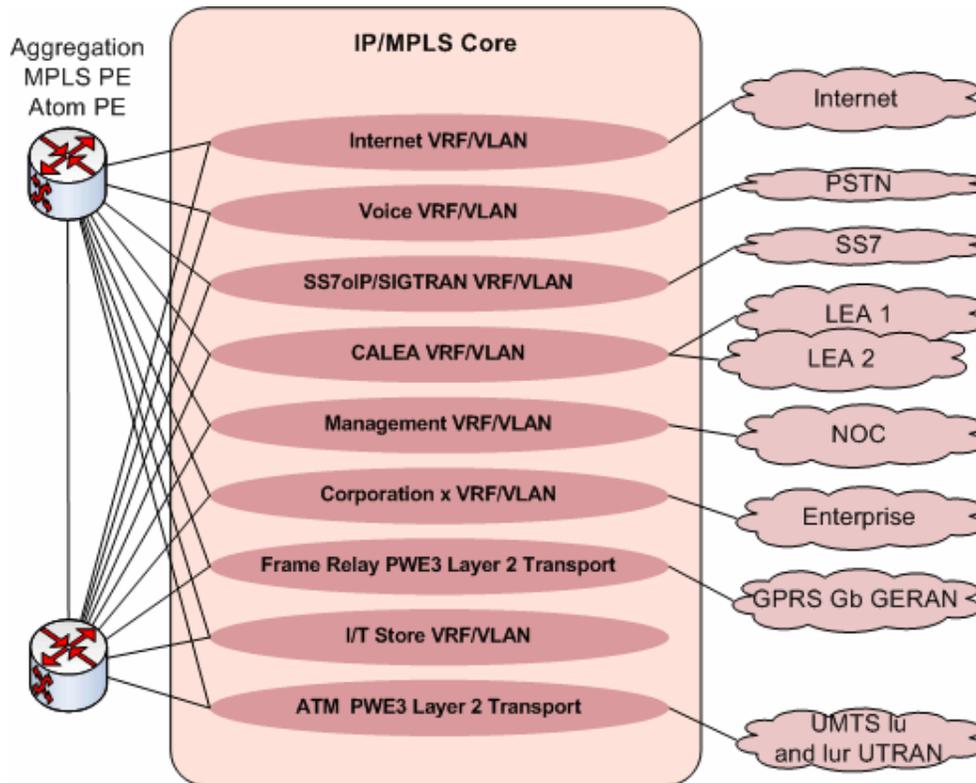


Figura 36. Backbone Multiservicio MPLS para la convergencia de Red⁵³

Así como las diferentes tecnologías de acceso inalámbrico y cableado migran a IP, los puntos de agregación probablemente proveerán servicios IP. Todos estos servicios requieren la misma infraestructura con backbone IP y la estructura de manejo. Las diferentes características de estos servicios incluyen: tamaño del paquete, QoS, retraso, jitter, pérdida, y ancho de banda; y la confiabilidad. La agregación debe soportar múltiples protocolos de capa 2 que puede requerir diferentes y sustanciosos conjuntos de características en ambientes sobre-infrascritos.

⁵² Any Transport over MPLS

⁵³ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 4. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

Las características más restrictivas provendrán del UTRAN ya sea cuándo el equipo radio UMTS utilice IP o si IP es usado para llevar protocolos tradicionales actuales de transporte como TDM (Time-Division Multiplexing) y ATM. Por lo menos los próximos años, 2G GPRS y 3G UMTS usarán un conjunto común de servicios, ya que el backbone IP debería ser independiente de la tecnología radiodifusora de acceso. Una capa de agregación debería permitir esta tecnología inalámbrica al backbone IP.

MPLS acepta el transporte de IP **RAN** (Red de Acceso de Radio), no importa qué versión sea usada. Sin embargo, MPLS no podría ser destacado hasta sitios de la celda, por ejemplo, por sus gastos fijos adicionales, pero puede ser usado en algunos sitios de pre-agregación cuándo esté cerca de puntos de backbone de presencia o en las áreas metropolitanas. MPLS también puede aceptar el transporte de tráfico tradicional RAN. La referencia aquí es **PWE3** (Pseudowire End-to-End Emulation), del grupo de trabajo IETF. Esta tecnología que puede usar a MPLS con Protocolo de Distribución de Etiqueta (**LPD**) en el plano de control (o IP con protocolo de entunelamiento capa 2 versión 3 [L2TPv3] plano de control) encapsula tráfico de capa 2 y de capa 1 como ATM, Frame Relay, o TDM sobre redes de paquetes. Por lo tanto, MPLS puede facilitar la migración a IP RAN y también puede proveer un mecanismo de coexistencia para el tráfico tradicional RAN. Está bien entendido que para encontrar requisitos de servicio la red debe proveer un grado alto de fiabilidad y dimensionalidad. MPLS es un componente primario de backbones de operador móviles así como también una tecnología importante para redes de próxima generación móvil toda IP, Figura 37.

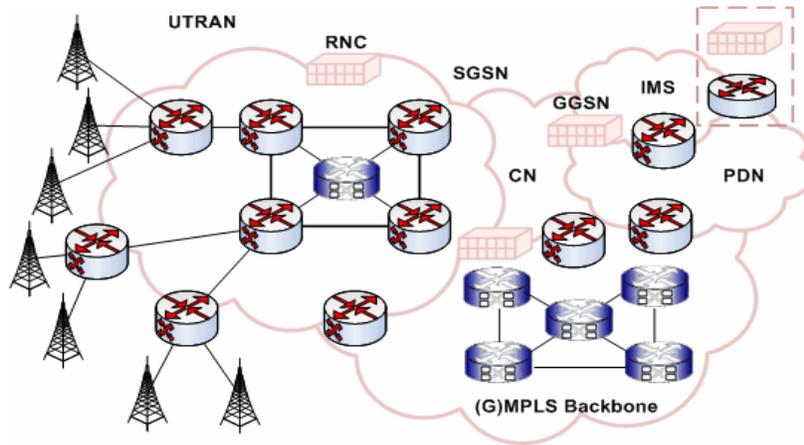


Figura 37. MPLS en la próxima generación RAN⁵⁴

En un panorama fácil y de poco riesgo, IPv6 tiene que ser considerado para ambientes futuros de IMS e IP UTRAN. IPv6 debe ser considerado potencialmente los más pronto posible en algunos mercados o geografías para GPRS que pueda opcionalmente usar IPv6 y beneficiarse de ello.

Las redes basadas en MPLS se aprovechan de múltiples aplicaciones que la tecnología MPLS permite, incluyendo:

- MPLS VPN para seguridad y el direccionamiento privado;
- MPLS CsC para habilitar a un proveedor de servicio MPLS basado en VPN para permitirle a otros proveedores de servicio usar un segmento de su red backbone;
- MPLS QoS con estricta prioridad y óptima evitación de congestión;
- Ingeniería de tráfico MPLS para la eficiencia del ancho de banda;
- Re-enrutado Rápido (**FRR**); MPLS con enlace de ingeniería de tráfico y protección de nodo en múltiplos de 10 ms y por debajo de 100 ms para una restauración rápida y alta escalabilidad;
- Ingeniería de tráfico MPLS DiffServ, diseñado para las garantías de construcción estricto punto a punto;

⁵⁴ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 4. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

- Distribuidor Auto-ancho de banda con ingeniería de tráfico MPLS para ajustar automáticamente de ancho de banda de un túnel de ingeniería de tráfico y fácilmente proveer estadísticas de tráfico entre dos puntos finales;
- AToM MPLS con QoS, ingeniería de tráfico, ingeniería de tráfico **DiffServ**⁵⁵, FRR, y garantías en secuencia, para soportar capazmente protocolos de capa 2 sobre MPLS;
- MPLS 6PE para mejoramiento incremental, mejoramiento de riesgo controlado o implementación, dirigido por los factores comerciales y con control estricto de costos; Esto permite el uso de otras aplicaciones MPLS como la ingeniería de tráfico que en un esquema único IP no le provee y evolución a IPv6 VPN (usando a 6VPE);
- Protocolo interior de Gateway (IGP) y BGP o multi-protocolo BGP (MPBGP) perfeccionado para la optimización de convergencia;
- Dependencia de clase portador con equipo de alta disponibilidad y alta disponibilidad de MPLS;

5.3. IPv6 sobre RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)

Protocolo punto a punto (**PPP**) es el capa más usada entre RDSI e IP, porque provee más de los servicios requeridos. Las extensiones de protocolo de punto a punto del grupo de trabajo IETF, han establecido el uso de PPP sobre RDSI a través de RFC 1618, "PPP sobre RDSI". Otra opción, cuál está siendo desarrollado para proveer Siempre sobre los servicios a través de RDSI, es usar a IP sobre X.25 a través del canal D de RDSI.

⁵⁵ DiffServ: Servicios Diferidos

5.3.1. IPv6 sobre PPP sobre RDSI

La descripción del uso de PPP sobre RDSI, puede ser encontrada en RFC 1618 "PPP sobre RDSI" y este direcciona asuntos específicos de la interfaz PPP-RDSI. Ninguna consideración IP específica está descrita en el documento, por eso ningún cambio se espera por la transición de IPv4 para IPv6.

RFC 2472, "IP versión 6 sobre PPP" describe los cambios necesitados en PPP para transmitir IPv6. Básicamente, PPP tiene tres funciones principales:

- Transmisión de paquetes sobre enlaces seriales
- Manejo de enlace de datos hecha con el Protocolo de Control de Enlace (LCP)
- Protocolo de capa de red manejo realizado con el Protocolo de Control de Red (NCP) (Un NCP es necesario por cada protocolo de capa de red usado)

5.3.2. Siempre "On" RDSI Dinámico (AODI)

Hay varias motivaciones para que los usuarios estén siempre "On" conectado a la red. Las principales desventajas existentes son: el costo de la conexión y la escasez de direcciones IP. La llegada de IPv6 soluciona los más recientes de estos problemas y Siempre "On" Dinámico RDSI, intenta solucionar lo anterior.

La idea principal de AODI es proveer siempre conectividad a través de canal D de RDSI, a fin de que el usuario está todo el tiempo conectado usando solo un poco de los recursos de la red. Esta conexión permite la recepción de notificaciones en línea. Si es necesario más ancho de banda, un canal B se establece para cursar la información necesaria, utilizando el protocolo de ancho de banda Allocation Protocol (**BAP**) definido en RFC 2025. Nótese que en el multi-enlace PPP, está siendo todo el tiempo requerido, aun para el caso que sólo un canal D está en uso.

6. MIGRACIÓN DE IPv4 A IPv6

Con esta migración se busca varias y nuevas características en las redes NGN que con el actual IPv4 sería imposible conseguir, algunas de estas características son:

- Ampliar la capacidad del campo de direcciones.
- Un direccionamiento unicast (envío de un paquete a un receptor dentro de un grupo) y multicast (envío de un mismo paquete a un grupo de receptores).
- Definición de un campo *Traffic Class* de 4 bits y otro de *flow label* de 20 bits Para sustituir el campo *ToS* (Type of Service) de 8 bits en IPv4, con el objeto de soportar QoS y clase de servicio.
- Inclusión de mecanismos de auto configuración que ofrezca una ventaja, tanto para el usuario ya que los dispositivos serán plug and play, así como para el administrador de la red, ya que simplifica la gestión.
- Introducción de mecanismos de movilidad que permitan al usuario cambiar físicamente de interfaz de acceso a la red sin perder su identidad. Esta movilidad puede proporcionarse tanto en redes fijas como móviles.

6.1. Interconexión entre IPv4 e IPv6

En la etapa de evolución de IPv6 necesitamos asociar algunos dominios del IPv6 con redes actuales de IPv4. Figura 38.

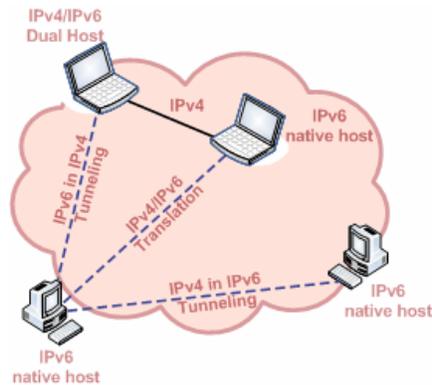


Figura 38. Interconexión de IPv4 e IPv6⁵⁶

Este servicio es posible proveerlo usando diferentes tipos de solución técnica. Dos clasificaciones principales son posibles por la realización de:

- La interconexión con mecanismo de efecto de túnel y
- La interconexión con mecanismo de traducción

Proveer compatibilidad entre IPv6 y los nodos IPv4 se puede implementar ambas pilas de protocolo con la **pila dual (Dual Stack)**. Ver Figura 39.

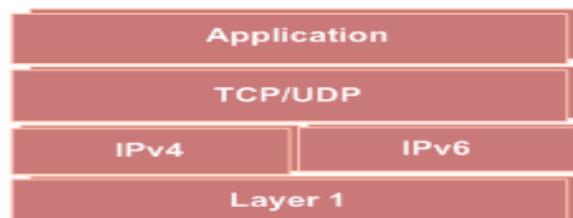


Figura 39. Identificación de la Dual Stack⁵⁷

⁵⁶ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 5. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

6.2. Mecanismo de entunelamiento

La pila dual o Dual Stack será aplicado al Punto Final del Túnel (TEP) con mecanismos de interconexión y puede soportar:

- **Entunelamiento configurado** es usado en caso que ambas pilas están habilitadas.
- **Entunelamiento automático** es usado cuando un nodo tiene dirección única global de IPv4 y dirección IPv4 compatible con IPv6.

Los túneles son construidos sobre la red IPv4 para conectar redes aisladas de IPv6, o sobre redes IPv6 para conectar nodos aislados de IPv4 o redes del mismo. Una solución para encapsular paquetes IPv6 se ve en la Figura 40.

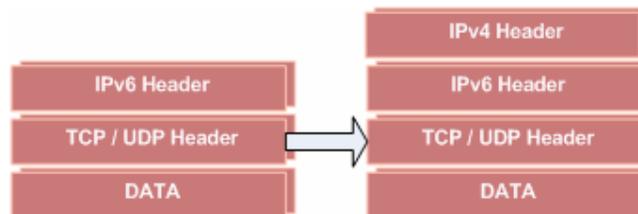


Figura 40. Encapsulación de paquetes Ipv6

El procedimiento de desencapsulación es Figura 41:

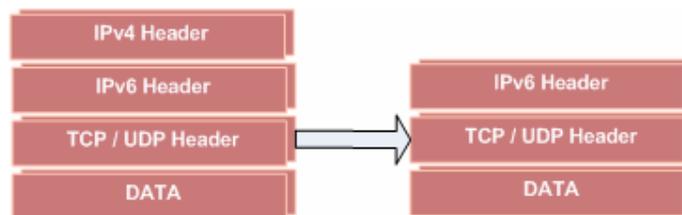


Figura 41. Desencapsulación de paquetes IPv6

⁵⁷ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 5. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

Hay 8 formas posibles para construir túnel:

- Túnel configurado IPv6
- Túnel automático con IPv4 - dirección IPv6 compatible
- IPv6 sobre túnel IPv4
- IPv6 a el túnel IPv4
- ISATAP⁵⁸
- DSTM⁵⁹
- Agente de túnel
- Teredo

6.2.1. Túnel configurado IPV6

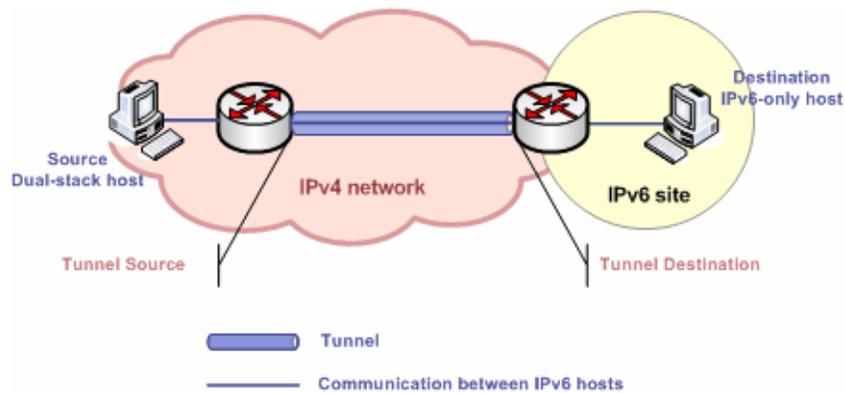


Figura 42. Entunelamiento configurado IPv6⁶⁰

El punto final en este tipo entunelamiento se determina a través de la información de configuración de un nodo encapsulador. El procedimiento de configuración incluye:

⁵⁸ Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol

⁵⁹ Dual Stack Transition Mechanism

⁶⁰ Curso de Ipv6 – E-Learnig, ITU. Modulo 6 Cáp. 5. <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>

- Configurando IPv6 y las direcciones IPv4 a las interfaces en enrutadores con pila dual habilitada;
- Diseñando un túnel entre nodos que soportan dirección IPv4;

Todos los paquetes transmitidos de IPv6 son encapsulados en encabezados de IPv4 y reenvía asimismo para el punto de principio del túnel hasta su fin. Normalmente el principio y el punto de fin del túnel se controlan por los enrutadores. Figura 42.

6.2.2. Túnel automático con IPv4 – Direcciones IPv6 Compatibles

El túnel automático conecta enrutadores de borde o enrutadores de borde y borde del host. Los puntos de fin de túnel pueden ser de pila dual. La estructura de redes es construida sobre el protocolo IPv4 y utiliza un tipo especial de direcciones IPv4. Esta dirección está compuesta por 96 bits llenados con 0 y 32 bits IPv4 para la dirección. Figura 43.

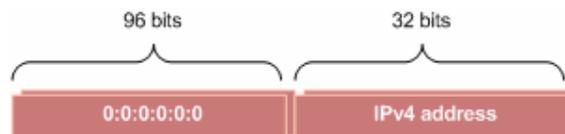


Figura 43. Tamaño de las direcciones IPv6

6.2.3. IPv6 sobre túnel IPv4

Este mecanismo permite al host aislado de IPv6, estar conectado con otro host IPv6 en el mismo enlace usando dirección multicast IPv6. En este punto de vista 6 sobre 4 se ve como el enlace virtual entre host de IPv6. Figura 44.

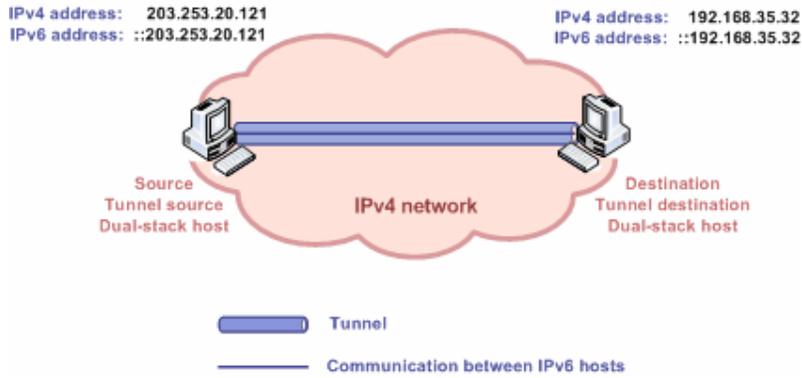


Figura 44. Conexión de IPv6 sobre IPv4

Este tipo de entunelamiento requiere conectividad a la dirección pública de IPv4. El host debería operar con pila dual. Para la asignación de dirección sin estado o el mecanismo de auto configuración con estado pueden ser adoptados.

6.2.4. IPV6 al túnel IPV4

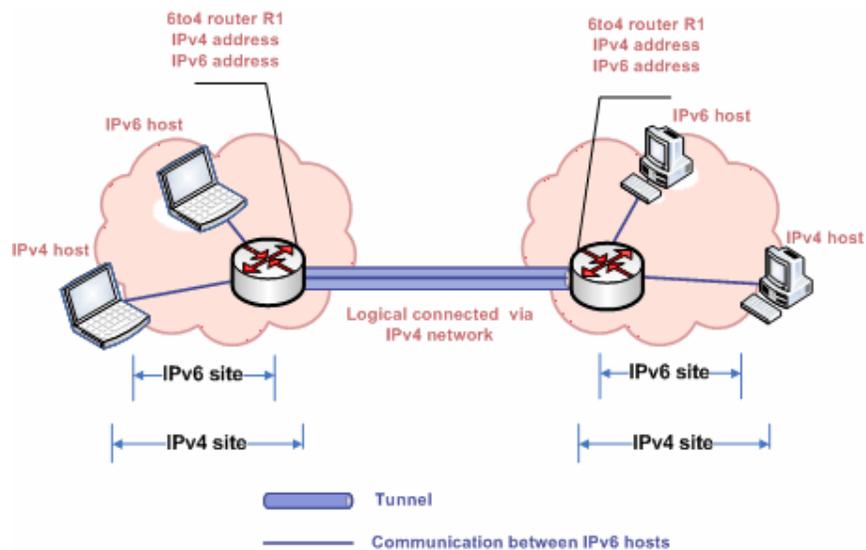


Figura 45. IPv6 al Túnel IPv4.

El mecanismo de 6a4 permite a los hosts en el sitio de IPv6 a comunicar cada quien en redes nativas de IPv6 por enrutadores relevadores. Cuando diferentes sitios necesitan comunicar paquetes son procesados en enrutadores de borde de 6a4. Figura 45. La dirección pública IPv4 puede ser asignada para cada interfaz del enrutador destinado para conectividad IPv4.

6a4 sirve para las conexiones de sitios. Por esta razón, sólo una entrada aparece en las tablas de enrutamiento IPv6. El enrutador de 6a4, selecciona una de sus direcciones conocidas para el prefijo de 6a4 y la información del prefijo de radiodifusión, a su sitio. Los sitios internos aprenden información de prefijo de los enrutadores de 6a4 y colocan esta dirección a la dirección por defecto de IPv6.

El paquete saliente será encapsulado en datagramas IPv4. El host de 6a4 puede estar conectado a los dominios nativos de IPv6 con enrutadores relevadores. Esto enrutadores deberían entender el formato de la dirección de 6a4 y provee servicio de reenvío.

CONCLUSIONES

La evolución de la tecnología de Voz sobre IP "VoIP" anticipa una nueva era de las telecomunicaciones, etapa que se conoce ya con el nombre como de las "Redes de Próxima Generación" **NGN**. Las empresas de telecomunicaciones están experimentando y experimentarán (en un futuro no muy lejano) cambios radicales, por ende todos los puestos de trabajo resultarán impactados por este desarrollo. Algunos puestos de trabajo desaparecerán tal y como se conocen hasta ahora, mientras que otros deberán transformarse radicalmente para no desaparecer. Toda la estructura de los puestos de trabajo también será diferente de lo que hasta ahora se conocen.

Habrán nuevos empleos de más alto valor agregado en el segmento de contenidos y en nuevos servicios, pero las calificaciones y habilidades productivas requeridas serán diferentes en general. Ganar la materia de trabajo y los puestos de trabajo del futuro exige de estrategias sindicales innovadoras y de respuestas rápidas y eficientes.

Es preciso evitar que los empleos con la implementación de las tecnologías de NGN no sean sindicalizados o con "sindicatos de protección", como ha sucedido con los empleos en cable y celular. La organización de nuevos trabajadores cobra un nuevo sentido estratégico para las organizaciones.

Se concluye que las redes NGN son el desarrollo tecnológico que reducirá costos y traerá beneficios a los usuarios, y a todo aquel gremio que disponga de él, debido a la gran capacidad que tiene al unificar paquetes bajo una misma red. Al igual las empresas que utilicen tecnología NGN obtendrán beneficios, con calidad y una alta eficiencia que las harán superiores de cualquier otra, de tal manera se dice que este tipo de tecnologías son el futuro de las comunicaciones.

La inserción de nuevas tecnologías limitará y reducirá los costos de los usuarios al utilizar equipos que se empleen para un trabajo requerido. Todo esto con el fin de proveer un servicio dedicado con una alta gama de posibilidades tecnológicas.

El protocolo Ipv6 posee muchas de funciones que ayudarán con la evolución de las actuales redes, agregando nuevas características y facilidades, las cuales son anheladas en las actuales redes de datos. Como son la ampliación del número direcciones, auto-configuración de Host, seguridad, movilidad, entre otras.

La migración hacia IPv6 es un hecho pero aun falta mucho para que todas las redes lo implanten en su totalidad, pues este es un paso lento ya que la mayoría de las actuales redes trabajan sobre IPv4

Nuevas implementación de tecnologías acceso como el WiMAX, RPR, Triple play, etc., son apenas el comienzo a las soluciones de las redes convergentes, sin embargo ofrece gran solución a los problemas que anteriormente poseían y que limitaban a las telecomunicaciones en entornos donde era imposible llegar.

Todas las empresas, deberían buscar la posibilidad de migrar a una red convergente pues los que conocen del medio de las telecomunicaciones saben que es la manera de mitigar sus costos en sus empresas implementando este tipo de tecnologías generando más productividad a menor tiempo.

Se dieron a conocer los nuevos servicios, las nuevas tecnologías y protocolos los cuales se incorporan en el proceso de convergencia, con el fin de facilitar cada vez más la operabilidad y la personalización de la red a un perfil construida por el mismo usuario. De estos servicios se podría mencionar algunos como por ejemplo: Triple-Play, Mensajería unificada, Telefonía IP, Call

Center, Video por demanda; y en cuanto a las nuevas tecnologías y protocolos se tiene: WiMAX, RPR, BRAN, UTMS, IPv6, IP/DWDM, etc.

BIBLIOGRAFIA

1. ASH, Gerald R. Traffic Engineering and QoS Optimization of Integrated Voice and Data Network. Editor: Morgan Kaufmann. Pub 2006. 512 pags.
2. SOARES, Lilian C. & FREIRE, Victor A., Redes Convergentes, Ed. Alta Books, Pub 2002. 368 pags.
3. [Curso de redes NGN – E- Learnig, ITU]. Web: <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>
4. Las telecomunicaciones de Nueva generación. Informe realizado por Telefónica I+D. Edición: Division de Servicios de Documentación de Telefónica I+D.
Web:www.tid.es/documentos/libros_sector_telecomunicaciones/tel_nueva_generacion.pdf
5. [Curso de Ipv6 – E- Learnig, ITU]. Web: <http://www.itu.int/ITU-D/hrd/elearning/index.asp>
6. Material del Modulo de Redes Convergentes - Minor de Telecomunicaciones 2005-2006. Dictado por el docente Dr. Yezid Rocha. Universidad Tecnológica de Bolívar. Abril de 2006
7. Web:http://www.getronics.com/NR/rdonlyres/ej7lzw2wnu7crenefx5ayujtoimkedhtrikltq3chbmz7l3k7dl7r6mps6wxcxmwb3rakvjhgq5vyv2exscl3ffq7q/nwp_telefoniaip.pdf
8. [Hardasmal Barrera] Web: <http://www.revistaesalud.com/ojs/index.php/revistaesalud/article/view/71/151>
9. [RPR] Web: http://www.coitt.es/antena/pdf/165/15_Banda_ancha.pdf
10. <http://www.monografias.com/trabajos14/softswitch/softswitch.shtml>
11. http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/html/articulos_home.shtml
12. http://es.wikipedia.org/wiki/Triple_play