



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

“Trabajo de Grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y
Telecomunicaciones”

MODALIDAD
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:
**ANÁLISIS DE LA RED DE LA CNT EP PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SERVICIOS INTEGRADOS MEDIANTE TECNOLOGÍA MPLS**

Autor
Fredy Germán Tapia Castañeda

Director del Proyecto de Investigación: **Ing. Marco Nolivos**

Riobamba, Octubre del 2012

CALIFICACIÓN

Los miembros del tribunal, luego de haber receptado la Defensa de trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Yesenia Cevallos

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

Ing. Marco Nolivos

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Firma

Ing. Giovanni Cuzco

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO

Firma

DERECHO DE AUTOR

Yo, Fredy Germán Tapia Castañeda, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo que ha sido fruto de mucho esfuerzo a todos quienes creyeron, confiaron y me apoyaron en todo este camino y en la vida en sí, en especial a mi Señora Madre ejemplo de lucha, perseverancia y trabajo, quien aparte de ser un símbolo de ternura y amor a sido el pilar fundamental para cada uno de mis logros.

Fredy Tapia Castañeda.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios, a mi madre María, a mis hermanos Mayrita y Pato , por el amor y apoyo incondicional día a día que me han brindado para poder llegar a culminar esta etapa importante de mi vida, expreso también mi agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería, a sus catedráticos por la calidad de educación que me impartieron y mi reconocimiento sincero a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP en su directivo Ing. Marco Nolivos por el apoyo recibido para la realización de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
SUMMARY	XIV
INTRODUCCIÓN	
1 CAPÍTULO I	
.....	3

1.- MARCO REFERENCIAL	3
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
1.2.- OBJETIVOS	4
1.2.1.- GENERAL	4
1.2.2.- ESPECÍFICOS	4
1. 3.- JUSTIFICACIÓN	4
.....	4 CAPÍTULO II
.....	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2. 2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.2.1.- Red Digital De Servicios Integrados	8
2.1.1. 1.- RDSI DE BANDA ANCHA	8
2.2.2.- ESTUDIO DE LAS REDES NGN ³	9
2.1.2. 1.- Redes De Nueva Generación Ngn.	9
2.2.2.3. DEFINICIÓN DE NGN	10
2.2.2.4. CONCEPTOS Y VISIONES DE LAS NGN	11
2.2.2.5. EVOLUCIÓN HACIA LAS NGN	13
2.2.2.6. FACTORES ADICIONALES PARA EL CAMBIO	15
2.2.2.7. MIGRACIÓN	16
2.2.2.8. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS NGN	17
2.1.3. ARQUITECTURA NGN	19
2.1.3.1. CAPAS	20
2.1.3.2. ARQUITECTURA FUNCIONAL NGN DE LA ITU-T	22

2.1.3.3. TENDENCIAS EN LOS MODELOS DE RED	24
2.1.4. ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA NGN	25
2.1.4.1. SOFTSWITCH	25
2.1.4.2. SOFTSWITCH/MGC	25
2.1.4.3. ARQUITECTURA DEL SOFTSWITCH	26
2.1.4.4. COMPONENTES DE UN SOFTSWITCH	27
2.1.4.5. TIPOS DE MEDIA GATEWAY	28
2.1.4.6. PROTOCOLOS	31
2.1.4.7. PLATAFORMA IMS (INTERNET PROTOCOL MULTIMEDIA SYSTEM).	31
2.3. ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA MPLS COMO BASE DE LAS NGN.	33
2.3.1. INTRODUCCIÓN	33
2.3.2. DEFINICIÓN DE MPLS	34
2.3.3. COMPONENTES DE UNA RED MPLS	35
2.3.3.1. LER (LABEL EDGE ROUTER)	36
2.3.3.2. LSR (LABEL SWITCHING ROUTER)	36
2.3.3.3. LSP (LABEL SWITCHING PATH)	38
2.3.3.4. FEC (FORWARDING EQUIVALENCE CLASS)	39
2.3.3.5. LIB (LABEL INFORMATION BASE)	40
2.3.3.6. COMPONENTE DE ENVÍO DE MPLS	40
2.3.3.7. COMPONENTE DE CONTROL	41
2.3.3.8. ETIQUETA	42
2.3.3.9. LDP (LABEL DISTRIBUTION PROTOCOL)	47
2.1.4.7.1. Espacios de Etiquetas (Label Space)	48

2.1.4.7.2. Identificadores	LDP
.....	
..... 49	
2.1.4.7.3. Sesiones	LDP
.....	
..... 50	
2.1.4.7.4. Mecanismos	LDP
.....	
..... 50	
2.3.4. FUNCIONAMIENTO DE MPLS	53
2.3.4.1. FUNCIONAMIENTO DEL ENVÍO DE PAQUETES EN MPLS	53
2.3.4.2. CONTROL DE LA INFORMACIÓN EN MPLS	56
2.1.5. APLICACIONES DE MPLS	57
2.1.5.1. INGENIERÍA DE TRÁFICO	58
2.3.5.2. CALIDAD DE SERVICIO	59
2.3.5.3. CLASES DE SERVICIO (CoS)	64
2.3.5.4. RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)	65
2.1.6. MPLS EN EL DESARROLLO DE LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN.	68
2.1.6.1. TÉCNICAS DE TRANSPORTE MPLS	68
2.1.6.2. FUNCIONES DE MPLS EN NGN.	69
2.1.7. MEJORAMIENTO EN EL NIVEL DE SERVICIOS	69
2.1.8. PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO	71
2.1.8.1. Protocolo IS-IS	71
2.1.8.2. Protocolo OSPF	72
2.1.9. ANÁLISIS FINAL PARA LA UTILIZACIÓN DE MPLS Y LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN	73

CAPÍTULO III 77

3. MARCO METODOLÓGICO..... 77

3.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN. 77

3.1.1. SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL DE LA CNT EP
..... 77

3.1.2. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS EXISTENTES EN LA
CNT EP. 78

3.1.3. SERVICIOS Y REDES DE
SERVICIOS..... 79

3.1.4. TECNOLOGÍAS EN SERVICIOS
..... 79

3.1.5. TECNOLOGÍAS ACTUALES EN REDES DE LA CNT EP.
..... 80

3.1.6. FORTALEZAS DE LA PLATAFORMA ACTUAL DE LA CNT EP A
NIVEL

NACIONAL. 83

3.1.7. TRANSICIÓN DE LA CNT EP HACIA LA CONVERGENCIA DE
SERVICIOS. 84

3.1.7.1. *Convergencia en Telecomunicaciones*
..... 84

**3.2. PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA RED DE CNT EP
..... 85**

**3.3. INFORMACIÓN DE LOS NODOS Y AMG'S (ACCESS MEDIA GATEWAY)
..... 86**

3.3.1. NODOS QUE CONFORMAN LA RED DE ANILLOS PARA
RIOBAMBA 86

3.3.2. INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN EN NODOS Y AMGs.
..... 88

3.3.3. GRÁFICAS E INFORMACIÓN DE NODOS PRINCIPALES Y SU
UBICACIÓN 89

3.3.4. DISPONIBILIDAD, PLANIMETRÍA Y OBRA CIVIL 91

CAPÍTULO IV 92

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS. 92

4.1. ALCANCE DEL PROYECTO 92

4.2. BENEFICIOS DEL PROYECTO 92

4.3. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD 93

4.3.1. ANÁLISIS DEL MERCADO..... 93

4.3.1.1. SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A PRESTAR 94

4.3.2. ESTUDIO DE LA OFERTA 98

4.4. ANÁLISIS DE ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO. 102

4.4.1. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO 102

4.4.2. CONSIDERACIONES PARA LA ADMINISTRACIÓN Y MONITOREO DE LA RED

102

4.4.3. SERVICIOS A PRESTAR A TRAVÉS DE LA RED MULTISERVICIOS 104

4.4.3.1. TRIPLE PLAY 104

4.4.3.2. CUADRUPLE PLAY..... 105

4.4.3.3. REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA NECESARIA PARA PRESTAR LOS

MULTISERVICIOS.	106
4.4.4. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA RED.	107
4.4.4.1. CARACTERÍSTICAS QUE DEBERÍA TENER EL BACKBONE MPLS	109
4.4.4.2. ARQUITECTURA Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPAMIENTO	110
4.5. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION EN LA RED MPLS.	112
4.5.1. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CORE	112
4.5.1.1. REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS LSR	112
4.5.1.2. REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS LER	112
4.5.1.3. REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DE LA CAPA DISTRIBUCIÓN.	113
4.5.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA CAPA ACCESO.	113
4.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS ACTUALMENTE EN EL BACKBONE DE LA CORPORACIÓN.	114
4.5.4. IMPLEMENTACIÓN A NIVEL DE OTRAS CAPAS	120
4.5.4.1. Servicios de VoIP e Interconexión con la red PSTN	120
4.5.4.2. CISCO VOICE MANAGER	121
4.5.4.3. PLATAFORMA DE VIDEO Y CONTENIDO	122
4.5.4.4. ACCESO DEL TERMINAL	126
4.6. PRESUPUESTO REFERENCIAL	130
CAPÍTULO V	133
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133

5.1. CONCLUSIONES 133

5.2. RECOMENDACIONES 135

BIBLIOGRAFÍA 136

LINOGRAFÍA
137

ANEXOS
138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del Softswitch	25
Tabla 2. Funciones de un LSR a paquetes Etiquetados.....	36
Tabla 3. Tipos de WDM.....	80
Tabla 4. Ubicación de nodos en la ciudad de Riobamba.....	85
Tabla 5. Información del Tráfico de voz y datos entre todos los nodos de la ciudad.....	85
Tabla 6. Información detallada de los equipos instalados en cada nodo	86
Tabla 7. Estadística de telefonía del año 2011	92
Tabla 8. Estadística Servicio Móvil a diciembre de 2011	94
Tabla 9. Empresas de Telecomunicaciones más representativas	98
Tabla 10. Características Técnicas de Cisco 7906-S.....	114
Tabla 11. Características Técnicas de Switche Cisco 3400E.....	117
Tabla 12. Características Técnicas de Router Switche Cisco 3800X	118
Tabla 13. Características del Servidor VoD y Middleware de MatrixStream	124
Tabla 14. Costo aproximado de equipos para el Core.....	129
Tabla 15. Costo de tendido de fibra óptica a nivel de acceso	130
Tabla 16. Costo de Ingeniería e Instalación	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Solución futura con RDSI.....	9
Figura 2. Modelo de las NGN	11
Figura 3. Visión NGN en el internet	12
Figura 4. Visión NGN con la voz	13
Figura 5. Escenario de la evolución NGN	13
Figura 6. Redes Clásicas	14
Figura 7. Modelos de red clásica vs. NGN	15
Figura 8. Internet y su influencia en la evolución hacia las NGN	16
Figura 9. Arquitectura NGN	20
Figura 10. Capa de conectividad y transporte NGN	21
Figura 11. Capa de acceso NGN	21
Figura 12. Capa de servicio NGN	22
Figura 13. Capa de gestión, servicios y control NGN	22
Figura 14. Arquitectura funcional NGN	23

Figura 15. Modelo Vertical	24
Figura 16. Modelo Horizontal	25
Figura 17. Componentes Softswitch	26
Figura 18. Elementos de la NGN	30
Figura 19. NGN e IMS.....	32
Figura 20. Componentes de una Red MPLS	35
Figura 21. Red MPLS con su componente LER	36
Figura 22. Operación de un LSR con un nivel de pila de etiquetas	38
Figura 23. Ruta de Conmutación de Etiqueta LSP	39
Figura 24. Clave equivalente de envío (FEC)	40
Figura 25. Formato de la Etiqueta MPLS	43
Figura 26. Apilamiento de etiquetas	44
Figura 27. Ubicación de la etiqueta MPLS.....	45
Figura 28. Espacio de etiquetas por Interfaz	49
Figura 29. Espacio de etiquetas por plataforma	49
Figura 30. Estructura de la cabecera LDP	51
Figura 31. Formato de Mensajes LDP	51
Figura 32. Cabecera TLV	52
Figura 33. Esquema funcional de MPLS	54
Figura 34. Estructura de la Cabecera de MPLS	56
Figura 35. Convergencia de Redes.....	70
Figura 36. Servicio de NGN	70
Figura 37. Esquema general de comunicaciones de CNT EP implementado en la ciudad de Riobamba	77
Figura 38. Arquitectura con una red para cada servicio	78
Figura 39. Arquitectura con convergencia de servicios por una misma red.....	78
Figura 40. Red IP-ATM-MPLS de la CNT EP	80
Figura 41. Tecnologías en las capas OSI	81
Figura 42. Tecnologías aplicadas a una Red Multiservicios	83
Figura 43. Convergencia Digital	85
Figura 44. Crecimiento de la red	86
Figura 45. Información de Nodo Norte	89
Figura 46. Información de Nodo Oriental	89
Figura 47. Información de Nodo Occidental	90
Figura 48. Información de Nodo Sur	90
Figura 49. Nomenclatura para canalización de pozos en planos	91
Figura 50. Nomenclatura de ocupación de ductos para planos	91

Figura 51. Nivel de ocupación de pozos	91
Figura 52. Telefonía de CNT EP con relación a otras operadoras nacionales	95
Figura 53. Porcentaje de mercado de la Telefonía.	95
Figura 54. Estadísticas del mercado de la telefonía	97
Figura 55. Distribución del mercado de Servicios de Portadores.	101
Figura 56. Calculadora Erlang	107
Figura 57. Cisco 7609-S	114
Figura 58. Switches 3400E.....	116
Figura 59. Router 3800X	118
Figura 60. Solución apilable del AS 5300	120
Figura 61. Interconexión de la red IP/MPLS de CNT EP.	121
Figura 62. Esquema general de la Plataforma de Video y Contenido	122
Figura 63. Receptor-decodificador modelo D9854 de Cisco	123
Figura 64. DCM D9900 MPEG	123
Figura 65. Video Encoder D9036	123
Figura 66. Conversión de HD a SD	124
Figura 67. Sistema de Administración de red ROSA	124
Figura 68. Servidor Streaming IMX i2410	125
Figura 69. Acceso de usuarios residenciales	126
Figura 70. Router Cisco SB 101.....	127
Figura 71. Set Top Box MediaPro IP3000SD/HD	128
Figura 72. Backbone MPLS y servicios Triple Play	129

SUMMARY

English Version

In the present project there will be analyzed the feasibility that has the Network that nowadays the CNT EP to support the implementation of additional services to the telephony since they are those of multimedia, this network of additional services nowadays is known as NGN or Networks of New Generation. The technology most adapted for this implementation nowadays is that of MPLS for his multiple benefits that we it will be presenting in every chapter, in addition there will be realized a technical and economic analysis of feasibility by costs of equipment more adapted for the execution of this project

Versión Español

En el presente proyecto se analizará la factibilidad que tiene la Red que actualmente posee la CNT EP para soportar la implementación de servicios adicionales a la telefonía como son los de multimedia, esta red de servicios adicionales actualmente es conocida como NGN o Redes de Nueva Generación. La tecnología más apropiada para esta implementación actualmente es la de MPLS por sus múltiples beneficios que lo estaremos presentando en cada capítulo, además se realizará un análisis de factibilidad técnico y económico con costos de equipos más apropiados para la ejecución de este proyecto.

INTRODUCCIÓN

Los proveedores de voz, video y datos distribuyen a los usuarios y clientes sus servicios utilizando diferente infraestructura. Con la evolución de las tecnologías estas redes existentes deben adaptarse a los nuevos requerimientos de los usuarios, basados en el mejoramiento de las prestaciones y costos, que permitan el uso de una sola infraestructura de red. Para la competitividad de las empresas de Telecomunicaciones que prestan este servicio en nuestro país como es el caso de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP es inminente la necesidad de migrar sus redes a nuevas tecnologías de convergencia. El modelo de red propuesto por la UIT¹ para cumplir con estas características se denomina NGN o Redes de Próxima Generación.

En el entorno competitivo en el que se desarrollan las empresas de Telecomunicaciones domina la importancia de las tecnologías de redes implementadas y desplegadas a lo largo de su cobertura para ofrecer a sus usuarios los servicios requeridos de la manera más óptima, por una parte para incrementar los ingresos y por otra para permanecer activos en este mercado con la visión de estar latentes a esa gran evolución tecnológica que es la integración de los servicios sobre una sola infraestructura de red que como base del núcleo está la implementación de MPLS².

El incremento del ancho de banda en las redes de telecomunicaciones ha posibilitado la adopción, por parte de los proveedores de servicios de entregar a sus usuarios servicios adicionales a la telefonía e Internet, que puede ser transportada a través de una red IP/MPLS, la cual, está diseñada para operar sobre cualquier tecnología en el nivel de enlace y es compatible con la tecnología actual de la operadora fija para soportar las

¹ *UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones*

² *MPLS: Multiprotocol Label Switching*

futuras aplicaciones multimedia. Es por esta y varias razones que se han ido implementando tecnologías de acuerdo a los servicios que necesita soportar una misma Red como es el caso de la de Servicios Integrados: Internet, Televisión, Telefonía.

En el presente proyecto haremos notorio las potencialidades que tiene la tecnología MPLS que mediante la conmutación de etiquetas se pueden diferenciar los paquetes que pertenecen a una misma aplicación, realizando una clasificación con la información que generan los protocolos de capa superior, estos permite a las empresas operadoras ofrecer a sus clientes distintos servicios.

Las nuevas aplicaciones multimedia requieren garantías en tiempo de respuesta, disponibilidad de ancho de banda y seguridad, la red de nueva generación MPLS proporcionaran flexibilidad, escalabilidad, seguridad y privacidad.

La mayor parte de pobladores posee una línea telefónica en su domicilio, esta es una ventaja enorme que posee la operadora de telefonía fija tradicional con respecto a las nuevas empresas de telecomunicaciones que brindan diferentes servicios pero en un reducido grupo de usuarios. La competencia entre empresas de telecomunicaciones crece a pasos agigantados, por tal motivo es conveniente que la operadora fija no sea la excepción y que utilice su infraestructura para brindar servicios adicionales de video, datos y voz, es por esta razón que es indispensable la realización del estudio de la red.

CAPÍTULO I

1.- MARCO REFERENCIAL

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A lo largo de los últimos años, el incremento del ancho de banda en las redes de telecomunicaciones ha posibilitado la adopción, por parte de los proveedores de servicios de Telecomunicaciones, de un sistema de entrega de servicios adicionales a la telefonía los mismos que pueden ser transportada a través de una red IP/MPLS.

En la actualidad existen distintos servicios de telecomunicaciones convergencia de voz datos y videos con la necesidad de ser transmitidos sobre una sola plataforma, esperando que la transmisión garantice ciertos parámetros de calidad de servicio como pueden ser: el retardo máximo y el número de paquetes que puedan ser descartados sin afectar a la calidad de la transmisión de información.

Debido a que los Protocolos TCP/IP no aseguran calidad de servicio, se han desarrollado distintas tecnologías que brinden una solución a este inconveniente, entre estas tecnologías se encuentra MPLS que mediante la red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP, será la tecnología que permita mantener el ritmo actual del crecimiento de la Internet así como soportar las futuras aplicaciones multimedia.

La idea de contar con una única red proporcionando todo tipo de servicios ya se ha implementado en esta empresa y hoy con los avances tecnológicos en redes como ATM y la nueva migración a MPLS es necesario el estudio y análisis de la estructura, tecnología de la red y soporte de servicios como xDSL, IP/TV, sobre todo la telefonía, y así poder mejorar el servicio que hoy por hoy nos brinda esta empresa.

1.2.- OBJETIVOS

1.2.1.- GENERAL

- Analizar el estado y soporte de la Red de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP con tecnología MPLS para prestar servicios multimedia adicionales a la telefonía.

1.2.2.- ESPECÍFICOS

- Analizar e identificar la estructura de distribución y la tecnología necesaria que debe poseer la empresa para soporte de servicios integrados.
- Analizar el medio de transmisión y arquitecturas de las redes de nueva generación que se ajustan y convergen con la infraestructura física y tecnológica del backbone actual de la CNT EP.
- Estudiar los aspectos importantes y ventajas de MPLS aplicadas en redes de nueva generación.
- Determinar la factibilidad técnica y económica para analizar la implementación del sistema propuesto.

1.3.- JUSTIFICACIÓN

En la actualidad tecnologías como MPLS que permiten transmitir diferentes servicios por una misma red sin necesidad de incrementar costos se han implementado en las ciudades principales de nuestro país, es por esta razón que en el presente proyecto haremos el análisis y estudio de la red de la ciudad de Riobamba para determinar sus ventajas y desventajas para implementar esta tecnología y su estructura.

MPLS es el avance más reciente en las tecnologías de enrutamiento y envío en Redes IP, lo que implica una nueva manera de pensar a la hora de construir y gestionar redes. Las ventajas son indudables en relación a: Calidad de servicio (QoS), Ingeniería de Tráfico, Redes Privadas Virtuales (VPNs) sobre una topología inteligente, muy superior en prestaciones a las soluciones tradicionales, además de soportar múltiples protocolos.

A parte de los servicios de telefonía e Internet la CNT EP ha implementado el servicio de televisión utilizando tecnologías como atm, y recientemente se hizo la migración de la red a MPLS, cambiando equipos y así actualizándose con nuevas tecnologías las cuales ayudaran a dar mejor servicio a los usuarios, utilizando las facilidades que nos brinda esta tecnología para transmisión de voz y datos.

Adicionalmente en este proyecto de titulación se hará el análisis económico de cada uno de los equipos que maneja la CNT EP y los adecuados a instalar con esta tecnología para determinar lo viable de su implementación.

Además la inclusión social es uno de los ejes de acción de la CNT EP, garantizando a la sociedad ecuatoriana servicios eficientes, efectivos, competitivos y orientados a lograr el bien común con especial énfasis en la equidad. Ya que la CNT EP como una empresa pública, tiene como misión ser parte del desarrollo del país y de todos quienes lo conforman, promoviendo el acceso a la información y nuevas tecnologías de la información y comunicación para fortalecer el ejercicio de la ciudadanía.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los proveedores de voz, video y datos distribuyen a los usuarios y clientes sus servicios utilizando diferente infraestructura. Con la evolución de las tecnologías estas redes existentes deben adaptarse a los nuevos requerimientos de los usuarios, basados en el mejoramiento de las prestaciones y costos, que permitan el uso de una sola infraestructura de red. Es inminente para la competitividad de las empresas de Telecomunicaciones la necesidad de migrar sus redes a nuevas tecnologías de convergencia. El modelo de red propuesto por la UIT para cumplir con estas características se denomina NGN o Redes de Próxima Generación.

La CNT EP se encuentra en una etapa de transición hacia la provisión de multiservicios de telecomunicaciones como son voz, video y datos, convergentes entre sí, a través de la implantación de tecnologías de nueva generación que permita la prestación de los mismos con los más altos estándares de calidad.

La calidad, disponibilidad y fiabilidad en el servicio, ligadas a la imagen de la empresa, son situaciones que preocupan a la CNT EP, es por ello que se debe plantear una salida que permita la expansión de la empresa y el mejoramiento de los servicios ya brindados en la actualidad.

De esta manera se busca mantener y posicionar su imagen como una Corporación de Nueva Generación pero debido a los avances tecnológicos la infraestructura telefónica, con la que cuenta se vuelve para este fin, insuficientemente robusta; razón por la cual es menester acoplarse a las nuevas tendencias e incorporar tecnología de punta, que incluye más beneficios de forma que se incrementen los servicios que ofrece, y que se desarrollen con mayor eficiencia y así se logre satisfacer las necesidades cada vez mas crecientes de los usuarios potenciales; esto conlleva a que la empresa telefónica haya desarrollado un nuevo esquema de comunicaciones basado en tecnología MPLS cuyos equipos se encuentran implementados en cada uno de los nodos por lo tanto se hace necesario conocer las orientaciones y características básicas de los diferentes equipos que componen el Esquema General.

Tener redes IP/MPLS es ofrecer convergencia: voz, datos y video en un mismo canal a menor costo. Es poder ofrecer productos diferenciados a los clientes mediante la ingeniería de tráfico, conectar múltiples sucursales con costos bajos utilizando las conexiones IP-VPNs con caudales dinámicos. MPLS se traduce en flexibilidad, escalabilidad, y estabilidad. Este tipo de redes, que requieren caudales enormes de información, solamente podrían ser soportadas y aprovechadas al máximo por conexiones físicas que ofrezcan esta característica, gran ancho de banda. Por ello, el estudio y análisis de construir anillos de fibra óptica redundante entre los diferentes nodos, es también un punto vital si queremos ofrecer y poner en ejecución los diversos servicios con una tecnología de última generación.

2.2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1.- RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS

La digitalización de la red telefónica analógica ha conducido a la aparición de la Red Digital Integrada (RDI).

La Red Digital de Servicios Integrados es una red pública de telecomunicaciones en continuo crecimiento y con una estructura flexible, diseñada para integrar voz, datos, video, imágenes y otras aplicaciones.

2.2.1.1.- RDSI DE BANDA ANCHA

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) corresponde al concepto de evolución de la red telefónica hacia una red universal capaz de soportar una gran variedad de servicios.

El principio se fundamenta en la independencia del tipo de información que se transmite, lo que se logra mediante el proceso de digitalización de la información. Una vez codificada en forma digital, cualquier tipo de información, sea voz, datos o imágenes, puede ser transferida como secuencia de bits, por lo que su tratamiento en la red es único.

El concepto RDSI-BA nace debido a la necesidad de transportar servicios una mayor velocidad de transferencia, como por ejemplo las señales de una videoconferencia. En suma, una Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha puede ser descrita convencionalmente como una tecnología de vanguardia capaz de transmitir un enorme volumen de información a altísima velocidad, lo que permite el intercambio simultáneo e integrado de datos, imágenes y señales de audio y video.

El desarrollo de nuevas tecnologías de información y la aparición de nuevos servicios exige a las redes de comunicación el transporte de información en cantidades cada vez mayores y a velocidades elevadas, son conocidas también como Redes de Nueva Generación.

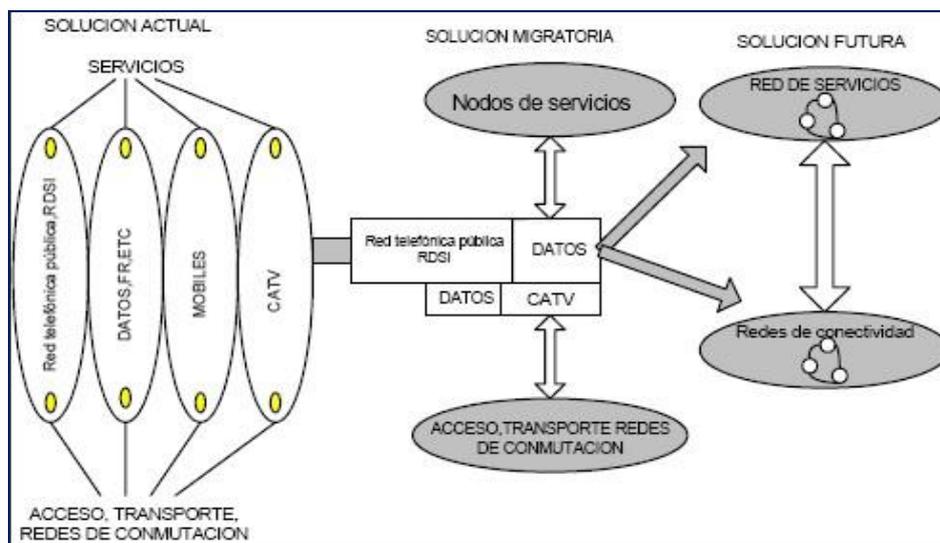


Figura 1. Solución futura con RDSI

2.2.2.- ESTUDIO DE LAS REDES NGN³

2.2.2.1.- REDES DE NUEVA GENERACIÓN NGN.

NGN no es sino un modelo de arquitectura de redes de referencia que debe permitir desarrollar toda la gama de servicios IP multimedia de nueva generación, así como la evolución, migración en términos más o menos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación.

2.2.2.2.- ORIGEN DE LAS NGN.

La necesidad de optimizar los servicios agregados; fue lo que dio origen a la nueva tecnología de Redes de acceso de Nueva Generación. Con la aparición de la libre competencia, inició la motivación en los operadores para intentar ampliar el abanico de servicios que podía ofrecer a sus clientes. De esta forma, las redes se vieron en la necesidad de dar soporte a servicios para los que inicialmente no habían sido diseñadas, apareciendo los primeros síntomas de un problema de fondo: la incapacidad de las redes existentes para dar soporte.

Es así que luego de un extenso número de estudios por parte de algunas comisiones de la ITU;(en enero de 2005) se publicaron las Recomendaciones Y.2001 General overview of NGN e Y.2011 General principles and general reference model for NGN de ITU-T)³.

En donde definieron los parámetros para su creación.

2.2.2.3. DEFINICIÓN DE NGN

Por sus siglas en inglés, NGN, Next Generation Networks, hace referencia a las Redes de Próxima Generación las cuales marcarán la evolución de las actuales redes tanto a nivel de core o backbone y acceso así como los servicios que se podrán brindar a través de estas. Debido al incremento de tráfico a través de las redes actuales por la aparición de nuevos servicios, se hace necesaria la optimización de estas. Como consecuencia, se produce la convergencia hacia este nuevo modelo de red.

Actualmente, no se ha podido llegar a un acuerdo para la definición de NGN debido a que ninguno de los conceptos que se tienen abarca todos los escenarios posibles según el entorno y situación en que se den. Sin embargo, según las diferentes definiciones dadas por diversos organismos, se puede notar que todas coinciden en que NGN es una red convergente multiservicios constituida por diferentes niveles, los cuales se basan en una serie de normas para permitir la integración de todos los servicios bajo una misma red mediante la separación de las funciones de transferencia de información y el control de esta transferencia.

La presente tesis se basa en la definición dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU por sus siglas en inglés) según la referencia bibliográfica [ITU2004] donde se menciona que NGN es una “red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la calidad de servicio, y en la que las funciones

³ Tomado de <http://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>

relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías Subyacentes relacionadas con el transporte.

³

NGN.- New Generación Network

Permite a los usuarios el acceso sin trabas a Redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios”.

2.2.2.4. CONCEPTOS Y VISIONES DE LAS NGN

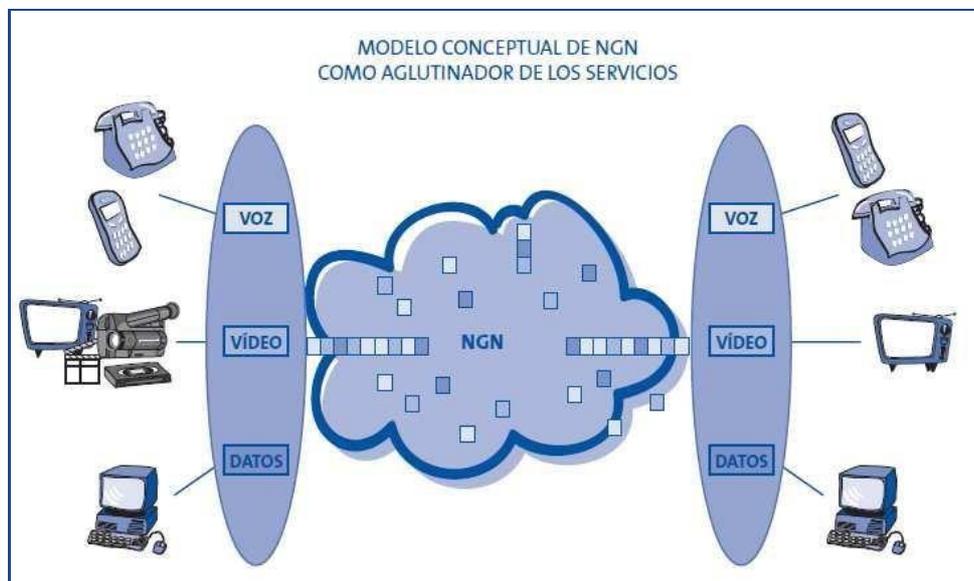


Figura 2. Modelo de las NGN

CONCEPTOS

- Red multiservicios capaz de manejar voz, datos y video
- Red con el plano de control (señalización, control) separado del plano de transporte y conmutación/ruteo
- Red con interfaces abiertos entre el transporte, el control y las aplicaciones
- Red que usa la tecnología de paquetes (IP) para transportar todo tipo de Información.
- Red con QoS garantizada para distintos tipos de tráfico y SLA.

- NGN es una red funcional multiservicios, basada en tecnología IP, producto de la evolución de las actuales redes IP, con la posibilidad de ofrecer servicios diferenciados y acordes a la calidad de servicio demandada por las aplicaciones de cliente.

VISIONES

NGN relacionado con los datos e internet La

red de datos e internet brindará:

- Soporte de conectividad a un conjunto de elementos terminales inteligentes.
- Los servicios son absolutamente independientes de la red. Todo servicio estará basado en la interacción entre terminales inteligentes.
- Los servicios tradicionales, también conocidos como Legacy, verán disminuir de forma paulatina su importancia a favor de nuevos servicios.

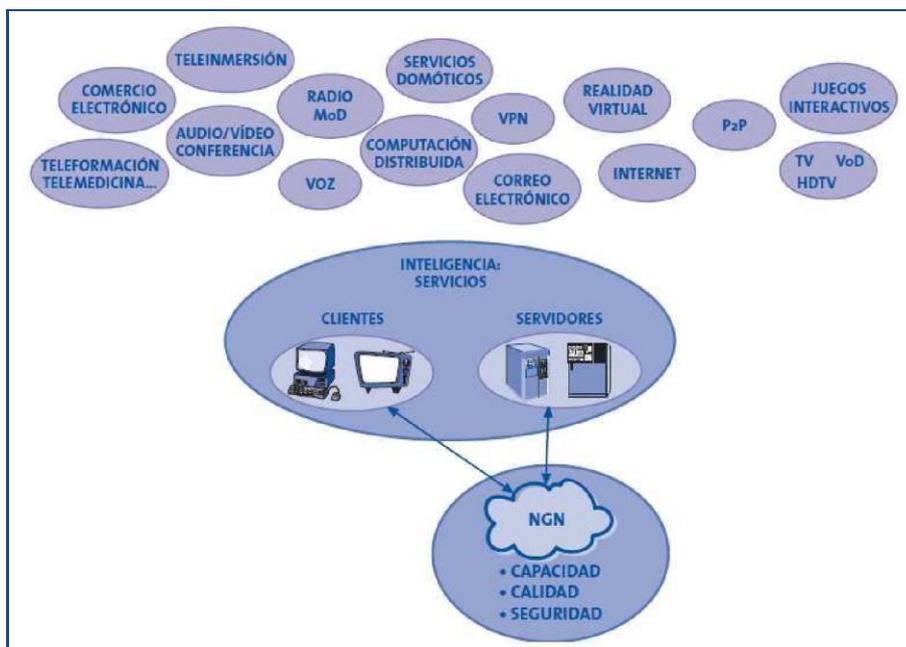


Figura 3. Visión NGN en el internet

NGN relacionado con la voz

- Los servicios serán suministrados a través de redes interconectadas sobre un conjunto combinado de terminales inteligentes y no inteligentes.
- La red tendrá la inteligencia y el control sobre los servicios y se adaptará a éstos en función de las necesidades que los usuarios finales demanden.
- La actual red telefónica evolucionará para adaptarse a los servicios multimedia, constituyendo la base de la futura NGN.

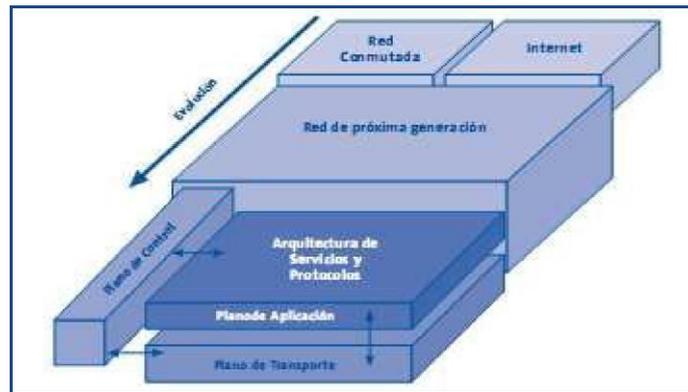


Figura 4. Visión NGN con la voz

2.2.2.5. EVOLUCIÓN HACIA LAS NGN

NGN debe permitir la evolución, migración en términos de sustitución o emulación de los actuales servicios de telecomunicación. La convergencia es imperativa en todos los aspectos: desde la convergencia de aplicaciones hasta la convergencia de infraestructuras.

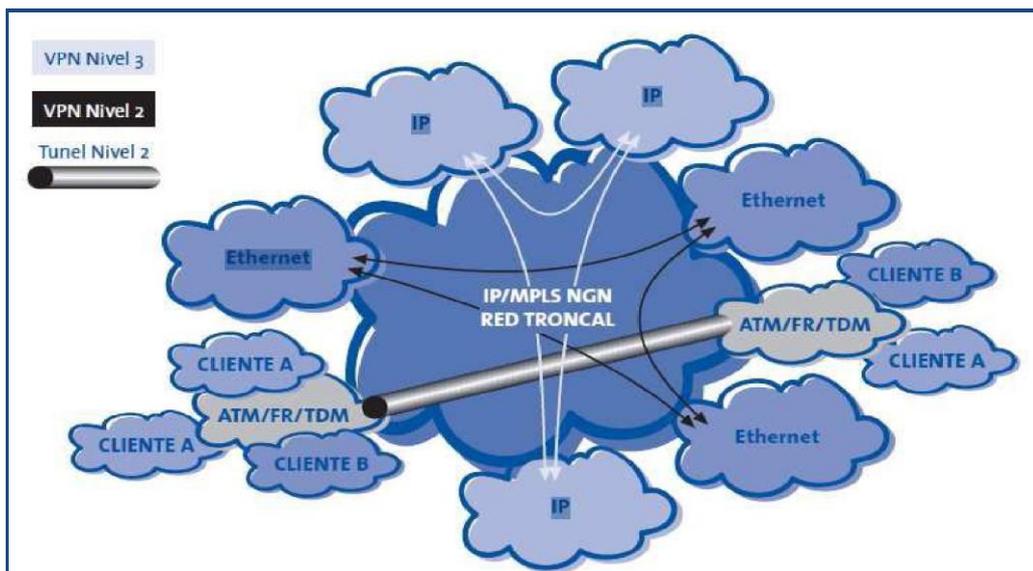


Figura 5. Escenario de la evolución NGN

A continuación se describe el proceso de evolución hacia las Redes de Próxima Generación (NGN) tomando como punto de partida las redes clásicas así como los factores que llevaron a dicha evolución.

Para tener un mejor entendimiento de este proceso de evolución, primero es necesario describir las características de las redes que han predominado hasta la actualidad, llamadas también redes clásicas.

- El ancho de banda es escaso y en consecuencia caro.
- Presentan un modelo vertical, es decir, los servicios se encuentran ligados a la infraestructura de red.
- Los equipos de red son complejos, costosos así como de difícil y costosa explotación.
- La calidad de servicio se alcanza mediante la asignación y reserva de recursos.
- Los servicios masivos de distribución de contenidos presentan gran complejidad debido a que estas redes no soportan la tecnología multicast de forma nativa.

**Figura 6.** Redes Clásicas

El proceso de evolución ha sido largo, no obstante en la actualidad aparece una tendencia clara hacia entornos convergentes basados en el modelo NGN.

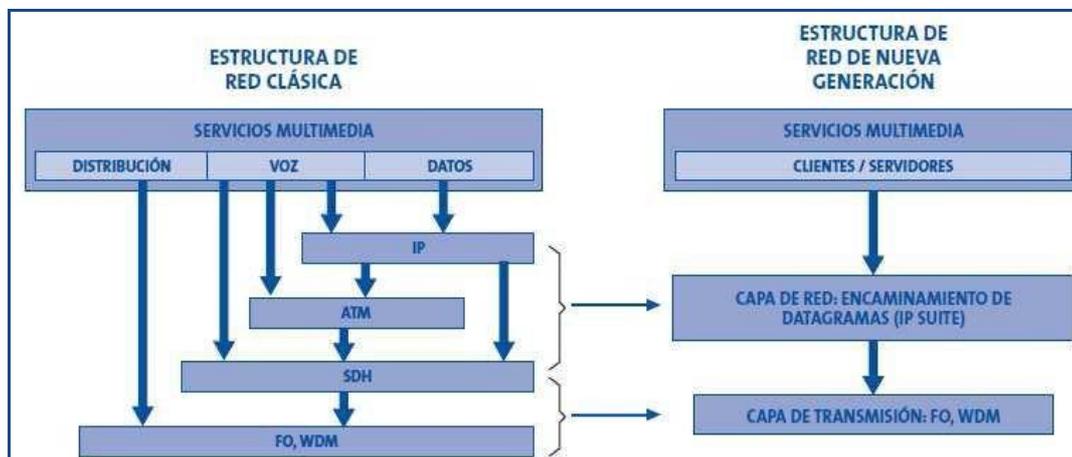


Figura 7. Modelos de red clásica vs. NGN

2.2.2.6. FACTORES ADICIONALES PARA EL CAMBIO

El fenómeno Internet

El proceso evolutivo del sector de las telecomunicaciones ha provocado cambios en el modelo de negocio. Se ha pasado de un modelo vertical, en el cual la red y los servicios aparecen estrechamente ligados, a un modelo vertical-intermedio, que se inició con la aparición de la competencia, en el que se mezclan redes y servicios de una forma no siempre óptima, para terminar en un modelo horizontal en el que se propone una independencia absoluta entre ambos y una única solución.

Influencia del internet

Los usuarios habituales de Internet por primera vez no estaban sujetos a lo que el operador de red les ofrecía y tenían la libertad de decidir qué servicios usar. La red era siempre la misma, pero los servicios variaban en función de su disponibilidad y de los deseos de cada cliente en un momento dado.



Figura 8. Internet y su influencia en la evolución hacia las NGN

2.2.2.7. MIGRACIÓN

La migración hacia NGN es un elemento fundamental para lograr la convergencia de redes y servicios. Consiste en pasar de las redes telefónicas públicas (PSTN) basadas en voz a NGN basadas en el protocolo IP. Estas redes están estableciendo un cambio de redes separadas y redes IP hacia redes unificadas basadas en protocolo IP con plataformas multiservicios y basadas en paquetes de servicios.

Dentro de las principales razones y ventajas para la migración hacia Redes de Nueva Generación, se pueden citar las siguientes:

- Eficiencia de costos: economías de alcance propias de una única red troncal basada en IP y reducción de costos operativos al permitir la eliminación de centrales locales.
- Demanda de los consumidores de mayores velocidades de transmisión.
- Presión competitiva: prestadores de TV por cable, empresas eléctricas, proyectos municipales/públicos y proveedores alternativos.

La migración hacia NGN no significa la sustitución total de las redes ya existentes, sino por el contrario, la integración de las redes de telefonía convencionales. La modernización de acceso es la base para proveer los nuevos servicios y aplicaciones (datos, voz y multimedia) en la misma red.

2.2.2.8. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS NGN

Debido a la necesidad de convergencia y optimización de las actuales redes como consecuencia del aumento del tráfico digital, se deben tener en cuenta las siguientes características para que una red NGN pueda ser llamada así:

- Transferencia de información basada en paquetes.
- Separación entre las funciones de control, transporte y servicio.
- Capacidades de banda ancha con garantías de calidad de servicio de extremo a extremo de forma transparente para el usuario.
- Utilización de interfaces y protocolos abiertos con el fin de obtener la interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes y además con otras redes ya existentes.
- Movilidad generalizada, es decir, dará a los usuarios la habilidad para comunicarse y acceder, mediante sus terminales, a los servicios independientemente de su ubicación o el entorno tecnológico en el que se encuentren.
- Convergencia de servicios entre redes fijas y móviles.
- Soportará conexiones con redes acceso de diferentes tecnologías y capacidades.
- Disociación entre la provisión del servicio y el transporte de este, es decir, el desacoplamiento del acceso y el transporte.
- Soporte de servicios y aplicaciones de diferente naturaleza: en tiempo real/no tiempo real, streaming y servicios multimedia.
- Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios.
- Variedad de esquemas de identificación la cual puede ser resuelta con el direccionamiento IP.

- Cumplimiento de todos los requisitos de regulación (comunicaciones, emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.).
- Características unificadas para el mismo servicio, como es percibida por el usuario.

2.2.2.9 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS NGN Ventajas

- Disponibilidad de una gran variedad de servicios y fácil movilidad entre ellos, la posibilidad del usuario para elegir el tipo de acceso que más se adecue a sus necesidades ya sea atendiendo a criterios de precios ó calidad del servicio, y la mayor velocidad de transmisión, entre otras.
- Las NGN permiten la convergencia de las comunicaciones fijas y móviles, permitiendo así que el usuario escoja acceso fijo o móvil o una combinación de ambas con las capacidades de transporte utilizando una única identidad como suscriptor.
- Invierte en el desarrollo de la red gradualmente.
- Permite que el costo por abonado se ajuste a los servicios brindados.
- Reduce los costos operativos e incrementa la rentabilidad de los negocios.
- Dispone de una red con redundancia, lo que implica asegurar la disponibilidad permanente de los servicios y el incremento de la rentabilidad global del negocio.
- Puede diseñar esquemas de negocios donde el abonado pague de acuerdo a los servicios que utiliza, manteniendo un costo base por abonado.

Inconvenientes

La migración a NGN puede traer consigo un desarrollo desigual ya que se espera que las áreas densamente pobladas sean las primeras en ser atendidas, siendo las rurales y más alejadas las últimas.

Siguiendo este análisis, los consumidores con mayor capacidad de pago probablemente se moverán mucho más rápido a las NGN. Como el tráfico migra hacia redes IP habrá menos consumidores generando ingresos por redes PSTN (Legacy Networks) de servicios de voz y estos tendrán un incremento en su precio.

Estos inconvenientes pueden mitigarse si se realizan planeaciones de optometría de las redes y aplicaciones innovadoras, ya que el acceso a NGN provee servicios en convergencia a costos más bajos, lo que constituiría una ventaja competitiva, aprovechable por parte de los operadores y los usuarios.

2.2.3. ARQUITECTURA NGN

Las NGN requieren una arquitectura que permita la integración perfecta de servicios de telecomunicaciones tanto nuevos como tradicionales entre redes de paquetes de alta velocidad, Inter-operando con clientes que poseen capacidades distintas. Dicha arquitectura generalmente está estructurada alrededor de cuatro capas principales de tecnología: conectividad (transporte, medios), acceso, servicio y gestión (control).

Cada una de estas capas se basa en una serie de normas que son esenciales para la implementación exitosa de una NGN. El UIT-T está trabajando activamente en una visión emergente de una NGN, la cual se basa en un prototipo de redes inalámbricas y alámbricas convergentes.

Debido a que las redes actuales presentan complejidad al momento de acceder a los servicios que estas brindan, las Redes de Próxima Generación deberán presentar una arquitectura que permita la integración perfecta de servicios de telecomunicaciones, tanto nueva como tradicional permitiendo así que estos últimos sean preservados.

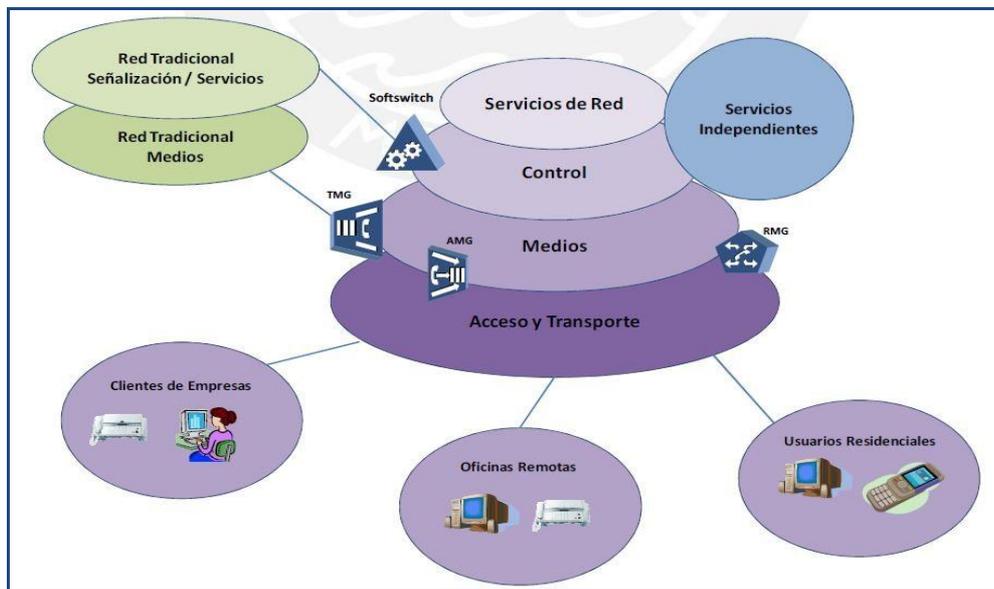


Figura 9. Arquitectura NGN

Para este fin, estos tipos de redes deberán poseer interfaces y protocolos abiertos permitiendo la interoperabilidad de productos de distintos proveedores y el soporte de múltiples tecnologías de acceso.

2.2.3.1. CAPAS

Capa de conectividad primaria y transporte: El tráfico se transporta a través de esta capa, usando una red IP compuesta de enrutadores de borde, backbone y de medios de transmisión ópticos.

La capa de conectividad de núcleo proporciona el encaminamiento y conmutación general del tráfico de la red de un extremo de ésta al otro. Actualmente está basada en la tecnología de paquetes, ya sea ATM o IP, y ofrece un máximo de flexibilidad. La tecnología que se utilice debe evitar los retardos, fluctuaciones o ecos.

Al borde de la ruta principal de paquetes están las pasarelas (Gateway), su función principal es adaptar el tráfico del cliente y de control a la tecnología de la NGN. Las gateways se interconectan con otras redes (gateways de red) o directamente con los equipos de usuarios

finales (gateways de acceso). Las pasarelas interfuncionan con los componentes de la capa de servicio, usando protocolos abiertos.



Figura 10. Capa de conectividad y transporte NGN

Capa de Acceso: Provee el acceso a los servicios de la red NGN independiente del tipo de terminal y medio empleado.

- ✓ Terminal: Teléfonos, Terminal de CATV, PCs, Terminales Móviles.
- ✓ Medios: Fibra, Cable Coaxial, Cobre con xDSL, WLL, WiMax
- ✓ Gateway de acceso provee la conversión necesaria de la información de la fuente a IP y viceversa, bajo el control del controlador de llamadas de la capa de servicios.

La capa de acceso incluye las tecnologías usadas para llegar a los clientes.

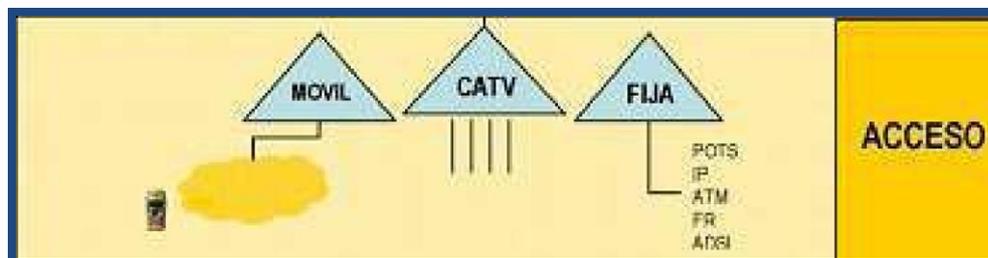


Figura 11. Capa de acceso NGN

Capa de Servicio: En esta capa están los equipos que proporcionan los servicios y aplicaciones disponibles a la red. Los servicios se ofrecen a toda la red, sin importar la ubicación del usuario y son independientes de la tecnología de acceso que se use. El carácter distribuido hace posible asegurar gran parte del equipo que suministra servicios en puntos situados centralmente.



Figura 12. Capa de servicio NGN

Capa De Gestión

- ✓ **Servidor de llamadas:** Ejerce el control de la sesión a través de señalización hacia terminales y gateways, y sirve de interfaz con la red de señalización SS7 de las redes tradicionales de conmutación de circuitos.
- ✓ **Servidor de servicios centralizado:** Ofrece funciones como aprovisionamiento del servicio, administración de subscribers y generación del registro de llamadas.
- ✓ **Sistema de facturación y administración de la Red**

Esta capa, es esencial para minimizar los costos de explotar una NGN, proporciona las funciones de dirección empresarial, de los servicios y de la red. Permite la provisión, supervisión, recuperación y análisis del desempeño de extremo a extremo.



Figura 13. Capa de gestión, servicios y control NGN

2.2.3.2. ARQUITECTURA FUNCIONAL NGN DE LA ITU-T

La arquitectura funcional descompone la NGN en una serie de entidades, cada una de las cuales proveen una única función como se puede observar en la Figura 14.

Cada estrato realiza diferentes funciones.

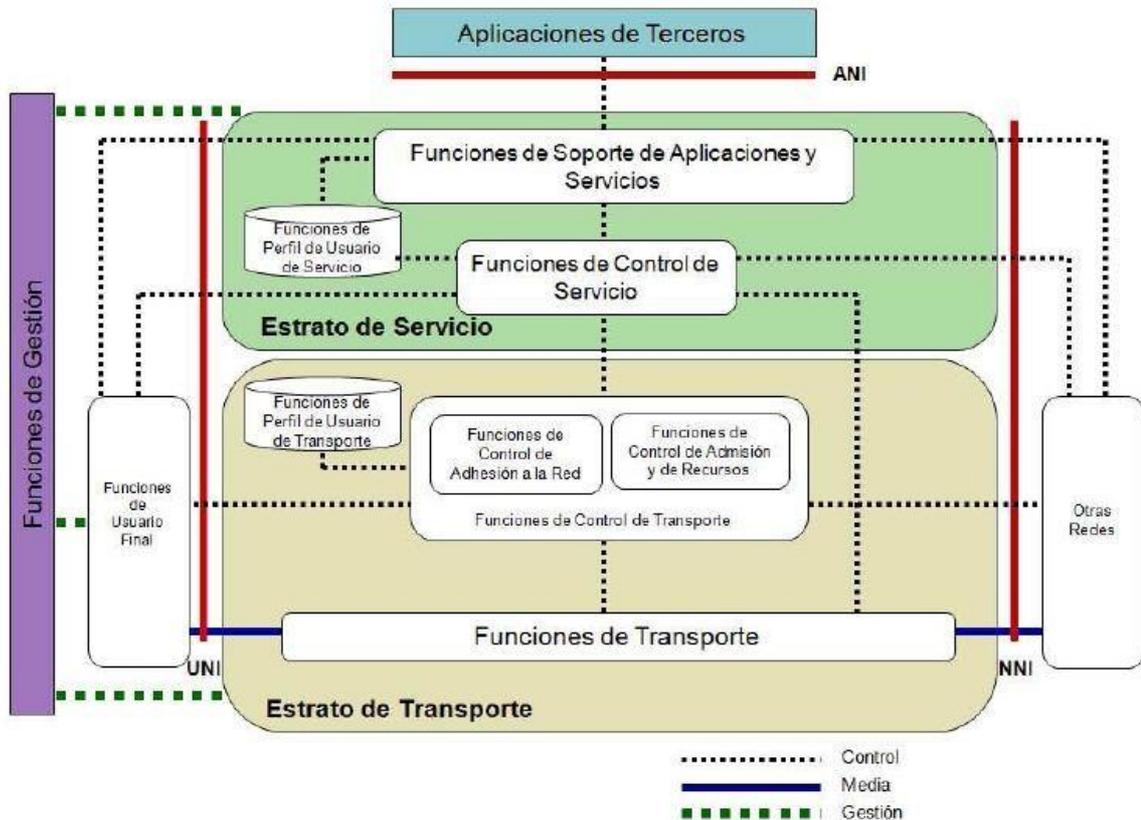


Figura 14. Arquitectura funcional NGN

Principios generales de la arquitectura funcional NGN

De la arquitectura funcional propuesta por la ITU-T, se pueden resaltar las siguientes características y principios:

- Enfoque más orientado a datos, es decir, el transporte se basa en paquetes.
- Interfaces abiertas en cada nivel de red.
- Dimensionado flexible del ancho de banda.
- Migraciones de software más eficientes en los nodos que la controlan, reduciendo los costos operativos.
- Soporte de múltiples tecnologías de acceso.
- Control distribuido.
- Provisión de servicios independiente debido a que esta provisión está separada de la operación de la red.

- Soporte de servicios de redes convergentes facilitando el uso de servicios multimedia.
- Mayor seguridad y protección

2.2.3.3. TENDENCIAS EN LOS MODELOS DE RED

Durante los últimos años, las redes se han basado en un modelo vertical, en el cual se tenían redes separadas para cada servicio que ofrecía un proveedor de Telecomunicaciones.

Presenta las siguientes características:

- Presenta una dependencia entre las redes y los servicios, donde cada servicio está ligado a una tecnología de acceso específica.
- Cuando se tienen muchos servicios, se complica la integración en el acceso.

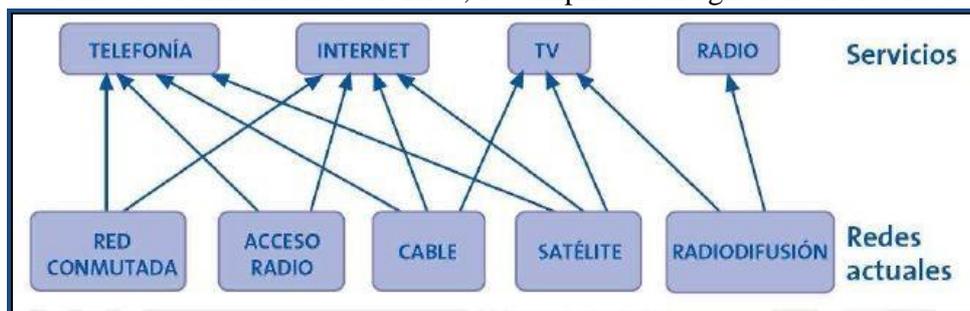


Figura 15. Modelo Vertical

Mientras la necesidad de calidad de servicio así como la variedad de servicios por parte de los usuarios aumenta, estas redes se vuelven más ineficientes en cuestión de costo, mantenimiento y operación lo que ha ocasionado la aparición del *modelo horizontal* en el que se logra la independencia entre red y servicio por medio de una infraestructura común.

Este modelo presenta las siguientes características:

- Provee una interfaz común para acceso y servicio la cual provee la calidad, seguridad y confiabilidad requerida por los servicios.
- Simplifica la introducción de nuevos dispositivos y servicios.

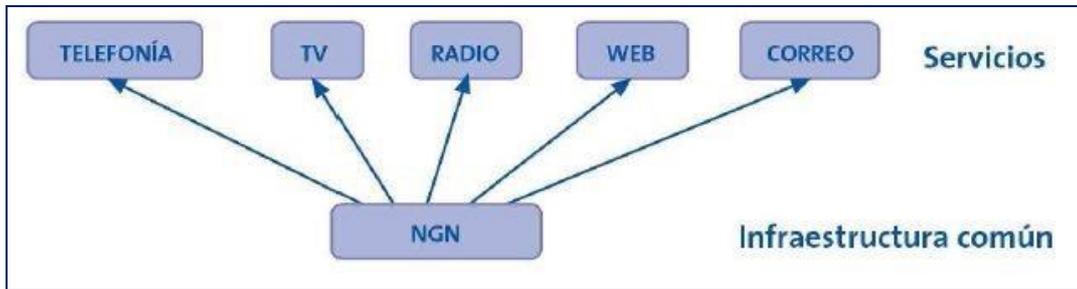


Figura 16. Modelo Horizontal

2.2.4. ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DE LA ARQUITECTURA NGN

2.2.4.1. SOFTSWITCH

Es el principal dispositivo en la capa de control, encargado de proporcionar el control de llamada (señalización y gestión de servicios), procesamiento de llamadas, y otros servicios, sobre una red de conmutación de paquetes (IP).

El Softswitch busca la utilización de estándares abiertos para lograr la integración de las redes de próxima generación con la capacidad de transportar voz (Voz sobre IP), datos y multimedia, sobre redes IP, considerándolo como una eficiente plataforma de integración para el intercambio de servicios y aplicaciones.

2.2.4.2. SOFTSWITCH/MGC

Conocido como Call Agent o Media Gateway Controller (MGC), es el mecanismo que provee el “control de provisión de servicio” en la red, está a cargo:

- ✓ Control de llamada
- ✓ Maneja el control de las Pasarelas de Medios (Acceso y/o Enlace).
- ✓ Realiza la función de una pasarela de señalización.
- ✓ Provee conexión a los servidores de Red Inteligente/aplicaciones para proveer los mismos servicios que los disponibles para los abonados a TDM.

Características	Descripción
Control	De servicios de conexión asociados a las pasarelas multimedia (Media Gateways) y los puntos terminales que utilizan IP como protocolo nativo.
Capacidad	De proveer sobre la red IP un sistema telefónico tradicional, confiable y de alta calidad en todo momento y de transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
Selección	De procesos en cada llamada
Enrutamiento	De las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
Interfaces	Con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
Coexistencia	Con las redes tradicionales de conmutación.
Servicios	Voz, Fax, vídeo, datos y nuevos servicios que serán ofrecidos en el futuro.
Dispositivos finales	Pueden ser; teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, beepers, terminales de video conferencia, etc.
Interoperabilidad	Libertad en la elección de productos de distintos fabricantes en todas las capas de la red.
Flexibilidad	Al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.

Tabla 1. Características del Softswitch

Fuente: Imaginar- Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia

2.2.4.3. ARQUITECTURA DEL SOFTSWITCH

Un Softswitch puede estar compuesto por uno o más componentes, es decir sus funciones se pueden desarrollar en un sistema o a través de varios sistemas.

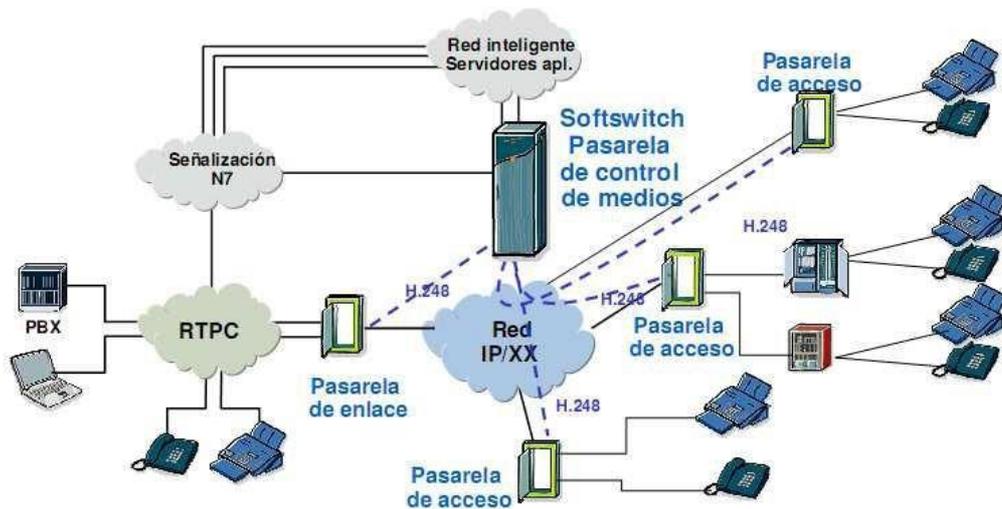


Figura 17. Componentes Softswitch

2.2.4.4. COMPONENTES DE UN SOFTSWITCH

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

Las principales funciones del Gateway Controller son:

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

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

Principales funciones del Signaling Gateway:

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

Media Gateway (Pasarela De Medios): El media gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y vídeo entre la Red IP y la red PSTN. El componente más básico que posee el

media Gateway es el DSP⁴, siendo su función más importante el transformar la voz en paquetes para poder ser comprendidos por la red IP.

Además es el equipo que actúa como interfaz entre el core de la red NGN con otra que transporta diferentes tipos de datos permitiendo la intercomunicación de estos convirtiendo los datos de un tipo al otro. De esta forma, se logra el acceso de los usuarios a los servicios brindados por estas redes.

El Media Gateway (MG) tiene diferentes características, entre ellas:

- Transmisión de paquetes de voz empleando RTP como protocolo de transmisión.
- Posee una entrada y salida de datos alta, la cual puede aumentar a medida que la red aumente su tamaño, por lo tanto debe poseer la característica de ser escalable, en puertos, tarjetas, nodos externos y otros componentes del Softswitch.
- Tiene un Interfaz Ethernet y algunos poseen redundancia.
- Acepta todo tipo de tráfico como voz, datos y video.
- Permite el uso de diferentes interfaces como STM-1, hacia la red de transporte; E1, hacia la PSTN; Ethernet, FastEthernet o GigabitEthernet, hacia la red de conmutación de paquetes; entre otras.
- Compresión y paquetización de la voz utilizando diferentes.
- Cancelación de eco.
- Utilización de mecanismos de tratamiento para brindar Calidad de Servicio.

2.2.4.5. TIPOS DE MEDIA GATEWAY

Existen diferentes MG según el tipo de red con la que se conectan, entre estos

Trunking Gateway

⁴ *Digital signal processor*

⁶ *Protocolo en tiempo real*

Provee la interconexión entre la red basada en paquetes de la NGN y las líneas troncales provenientes de la red TDM de la PSTN mediante la conversión de flujos TDM de 64

Kbps en paquetes de datos y viceversa. Soporta funciones de paquetización, control de eco, etc.

Access Gateway

Permite la conexión de los usuarios con diferentes tecnologías de acceso a la red core IP sirviendo como interfaz entre estos. Entre los usuarios, se tienen:

- Usuarios de líneas analógicas.
- Usuarios de servicios ISDN.
- Usuarios de PABX.
- Usuarios con acceso xDSL.

Residential Gateway

Es un dispositivo que permite la conexión entre la red del operador y las aplicaciones en el local del usuario; es decir, entre la LAN y la WAN. Este dispositivo es utilizado por los usuarios de redes analógicas, ADSL, acceso por cable, WiMax, etc. permitiendo que estos puedan conectar directamente al Gateway sus equipos como teléfonos, computadoras, TV, etc.

La diferencia con el Access Gateway es que el Residential Gateway se encuentra ubicado en el local del usuario permitiendo que este tenga acceso a los servicios de la NGN por un sólo equipo.

Signaling Gateway

Es el elemento de la red que funciona como interfaz entre la red de conmutación de paquetes de la NGN y la PSTN realizando la conversión de señalización entre estas dos redes, usualmente, de SS7 a IP y viceversa.

Universal Media Gateway

Es equivalente a un Trunking Gateway pero que además posee funciones de Signaling Gateway y Access Media Gateway pudiendo conectar diferentes dispositivos como centrales de la PSTN, PABX, BSC y otras redes a la NGN. Realiza la conversión de protocolo por uno que pueda ser entendido por el Softswitch.

Media Gateway Controller

También llamado Softswitch, es el elemento del core de la NGN que implementa el Switching mediante software con el objetivo de administrar el control de las llamadas y las funciones de señalización. Sus principales funciones son [NOR2007]:

- Control de las llamadas.
- Control de los Media Gateways.
- Control del Signaling Gateway permitiendo la interoperabilidad entre los protocolos de señalización.
- Control de conexión.
- Permite el acceso a los servidores de aplicaciones para proveer los diferentes servicios de la NGN.
- Asignación de recursos.
- Autenticación y tarificación.

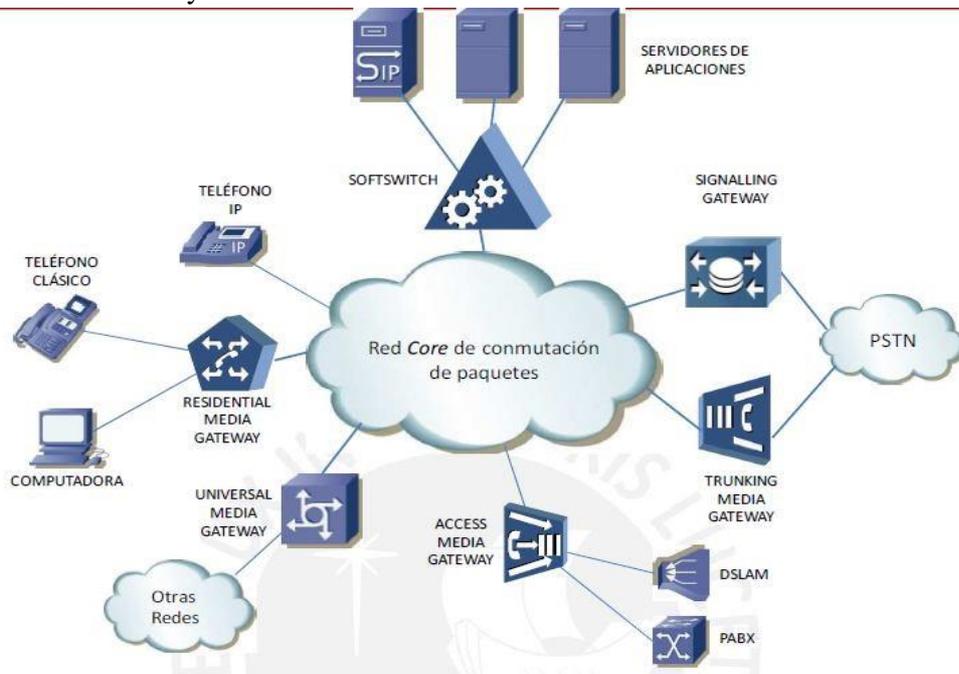


Figura 18. Elementos de la NGN

2.2.4.6. PROTOCOLOS

Protocolo IP

- ✓ **IPv4:** Protocolo Internet a nivel de red que inserta cabeceras en cada paquete para permitir el manejo de flujos extremo a extremo: v4 es la primera versión ampliamente utilizada y contiene una cabecera de 20 octetos.
- ✓ **IPv6:** Protocolo Internet a nivel de red que inserta cabeceras en cada paquete para permitir el manejo de flujos extremo a extremo: v6 es la última versión con una cabecera de 40 octetos y añade capacidades para los requerimientos actuales en direccionamiento y enrutamiento.

Protocolo H.323

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

Protocolo SIP

SIP es un protocolo de señalización simple utilizado para telefonía y videoconferencia por Internet. SIP está definido completamente en la RFC 2543 y en la RFC 3261.

Basado en el Protocolo de Transporte de correo simple (SMTP) y en el Protocolo de Transferencia Hipertexto (HTTP), fue desarrollado dentro del grupo de trabajo de Control de Sesión Multimedia Multipartidaria (MMUSIC).

2.2.4.7 PLATAFORMA IMS (INTERNET PROTOCOL MULTIMEDIA SYSTEM).

Esta tecnología se basa en una nueva arquitectura, donde los servicios ya no están integrados verticalmente, lo cual permite la convergencia de servicios de texto, datos, video y multimedia. Entre los beneficios se pueden destacar: una red básica de acceso independiente y una red para voz y datos que permite servicios multimedia integrados.

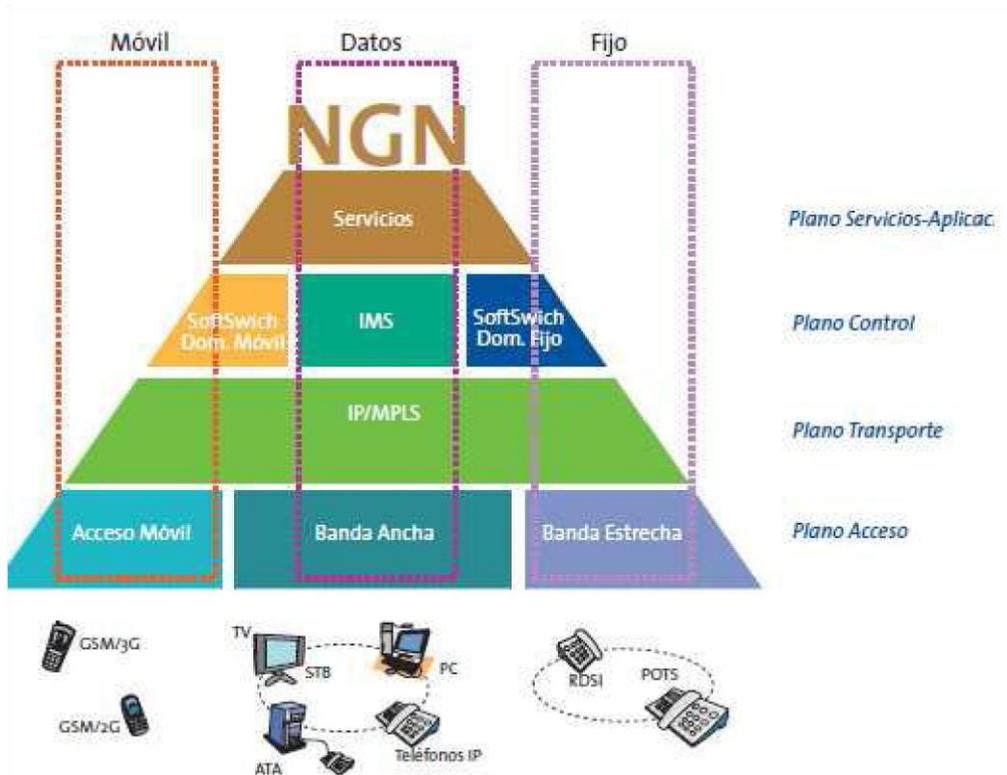


Figura 19. NGN e IMS

Definiciones de IMS

- 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 estos requieran.

2.3. ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA MPLS COMO BASE DE LAS NGN.

2.3.1. INTRODUCCIÓN

La evolución en el mundo ha hecho que se acondicionen las redes continuamente con el objetivo de converger sus servicios tradicionales sobre el protocolo IP, dando así respuesta a la creciente demanda de sus clientes de mayor ancho de banda y reducción de costos.

Estos estándares de conectividad basados en redes IP tienen la ventaja de utilizar la conmutación de paquetes para conseguir un uso eficiente del ancho de banda.

Esto tiene un costo: el rendimiento de la red para ciertas aplicaciones. Los servicios tradicionales a nivel 2 (Frame Relay y ATM) se caracterizan por su baja latencia y gran rendimiento, pero a costa de dimensionar y un uso ineficiente de los circuitos dedicados. Esta es la razón por la que la Conmutación de Etiquetas Multi-Protocolo (MPLS) se ha desarrollado para mejorar la escalabilidad, ancho de banda, administración de calidad de servicio (QoS), ingeniería de tráfico y el rendimiento de las redes IP sin sacrificar los beneficios de las tecnologías heredadas tradicionales.

Uno de los aspectos importantes de MPLS es la habilidad de separar tráfico, hasta el punto que varios abonados pueden usar esquemas privados de direccionamiento IP solapados. En realidad, cada abonado tiene una Red Privada virtual IP (IPVPN) o una red MPLS Privada Virtual (VPLS) que permite una separación virtual del tráfico, similar a la separación física proporcionada por los circuitos de nivel 2 (Frame Relay o ATM).

También permite hacer túneles (sustituyendo a las técnicas habituales de “*tunneling*”).

Una de sus habilidades es el acelerar el enrutamiento de paquetes. En realidad MPLS solo crea una Red Privada Virtual fiable, pero no garantiza la integridad de los datos mediante cifrado.

Por lo que se requiere disponer de una VPN segura, lo cual solo lo puede proporcionar una solución de cifrado.

La evolución hacia las redes de nueva generación plantea varios retos para la familia IP, como son:

1. La necesidad de técnicas de conmutación más rápidas, capaces de soportar servicios multimedia cada vez más complejos y con mayores requisitos de ancho de banda.

2. Implementación de mecanismos de calidad de servicio que permitan transportar de forma diferenciada los distintos tipos de tráfico que va a soportar el protocolo IP, tráfico de gestión, tráfico de señalización y control, tráfico de usuarios con distintos requisitos de retardo, integridad de los datos, video, etc.
3. Problemas de enrutamiento que se supone conectar a la red en puntos de acceso muy distintos y la necesidad de ser visto con la misma dirección IP.
4. Un problema muy importante a considerar es la necesidad de brindar seguridad a las redes.

2.3.2. DEFINICIÓN DE MPLS

MPLS (*Multiprocol Label Switching*) es un mecanismo de enrutamiento (*routing*) flexible basado en la asignación de flujos en rutas extremo a extremo dentro de un Dominio Autónomo y envío (*forwarding*) en las redes IP.

Dominio Autónomo es la Colección de redes bajo una administración común que comparten una estrategia de enrutamiento común. Los sistemas autónomos se subdividen en áreas.

En MPLS a los paquetes recibidos se les asigna una “etiqueta” en el router de acceso de la red. Los paquetes son enviados en un túnel denominado “*Label Switched Path*” (LSP), dentro del cual, las decisiones de enrutamiento se toman únicamente en función de esa etiqueta. En cada salto interno de la red MPLS, la etiqueta del paquete recibido en un “*Label Switched Router*” (LSR) es remplazada por una nueva, la cual indica a la red como encaminar el paquete.

MPLS permite ofrecer QoS independientemente de la red sobre la cual se implemente; además del servicio multiprotocolo y las múltiples tecnologías de capa de enlace como: ATM, Frame Relay, etc.

Las principales funciones de MPLS:

- Especifica mecanismos para gestionar flujos de tráfico de diferentes tipos, como flujos entre diferentes dispositivos hardware, diferentes máquinas o incluso flujos entre diferentes aplicaciones.
- Obtiene independencia de los protocolos de la capa de enlace y la capa de red.
- Disponer de medios para traducir las direcciones IP en etiquetas simples de longitud fija utilizadas en diferentes tecnologías de envío y conmutación de paquetes.
- Ofrecer interfaces para diferentes protocolos de enrutamiento y señalización.
- Soportar los protocolos de la capa de enlace de IP, ATM y Frame Relay.

2.3.3. COMPONENTES DE UNA RED MPLS

Una red MPLS consta de componentes, como se observa en la Figura 20.

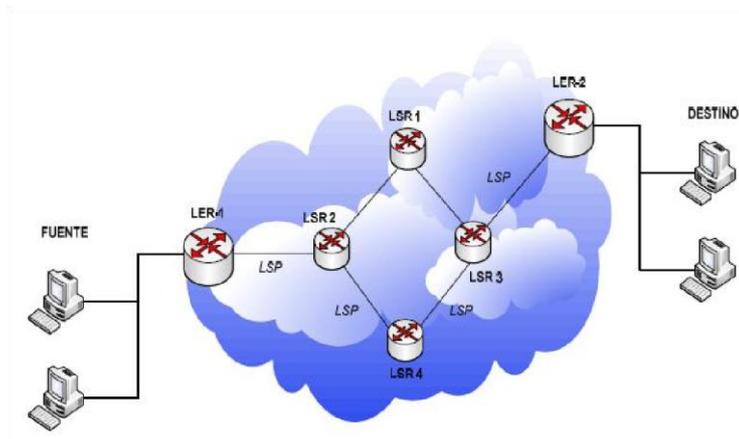


Figura 20. Componentes de una Red MPLS

2.3.3.1. LER (LABEL EDGE ROUTER)

Los LERs, o routers de etiqueta de borde, son dispositivos que operan en los extremos de las redes MPLS y funcionan como el punto de interconexión entre ésta y la red de acceso. Los LERs se encargan de unir diferentes subredes como Ethernet, Frame Relay, ATM, a la red MPLS. Es el elemento que inicia o termina el túnel (pone y quita cabeceras). Es decir es el elemento de entrada/salida a la red MPLS; además, son los encargados de asignar y retirar las etiquetas de los paquetes LSR a la entrada o salida de la red MPLS, como se observa en la Figura 21.



Figura 21. Red MPLS con su componente LER

2.3.3.2. LSR (*LABEL SWITCHING ROUTER*)

Los LSRs, o router de conmutación de etiquetas, realizan el control y la conmutación MPLS. Se encuentra ubicado en el núcleo de la red MPLS. Este elemento conmuta etiquetas para distribuir el tráfico. Este conmuta paquetes en base al valor de la etiqueta encapsulada en el paquete.

El LSR puede enviar paquetes nativos de la Capa 3. Usa un protocolo de distribución de etiquetas que no necesariamente es el mismo en todos los LSRs. Su función principal es encaminar los paquetes basándose únicamente en la etiqueta de cada paquete. Otra de sus funciones es la de remover las etiquetas a los paquetes en los puntos de salida del dominio de la red MPLS. Los LSRs de borde se ubican en los límites de la red MPLS y son los encargados de aplicar la (s) etiquetas (s) a los paquetes.

Entre las diferentes funciones que puede realizar un LSR a los paquetes etiquetados se muestran en la Tabla 2.

ACCION	DESCRIPCION
Aggregate	Remueve la etiqueta de la cima de la pila y realiza una búsqueda a nivel de capa 3.
Pop	Remueve la etiqueta de la cima de la pila y transmite el remanente como un paquete etiquetado o como un paquete IP sin etiquetar.
Push	Reemplaza la etiqueta de la cima de la pila con un conjunto de etiquetas.
Swap	Reemplaza la etiqueta de la cima de la pila con otro valor de etiqueta.
Untag	Remueve la etiqueta de la cima y envía el paquete IP hacia la siguiente dirección

Tabla 2. Funciones de un LSR a paquetes Etiquetados

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Multiprotocol_Label_Switching

2.3.3.2.1. Operación del LSR

Un enrutador de conmutación de etiquetas “*Packet-Based*” utiliza etiquetas para transportar paquetes de capa 3 sobre un *backbone* puramente enrutado. Como se muestra en la Figura 22 el LSR1 realiza la función de Edge-LSR, donde este asigna una etiqueta inicial al paquete, después de haber realizado una asignación de una FEC⁵ particular a un paquete basado en la información de la cabecera IP. Esta asignación se realiza solo una vez al ingreso a la red MPLS.

Después de esto, los siguientes LSRs conmutan el paquete usando únicamente la información de la etiqueta. La operación de los LSRs consiste en reemplazar la etiqueta de un paquete con una nueva para conmutarlo. Después a la salida de la red, el LSR4 realiza un *pop*, luego realiza una búsqueda a nivel capa 3, por último, conmuta el paquete hacia el siguiente enrutador externo a la red.

⁵ *FEC (Forwarding Equivalence Class):* nombre que se le da al tráfico que se encamina bajo una etiqueta. Subconjunto de paquetes tratados del mismo modo por el conmutador

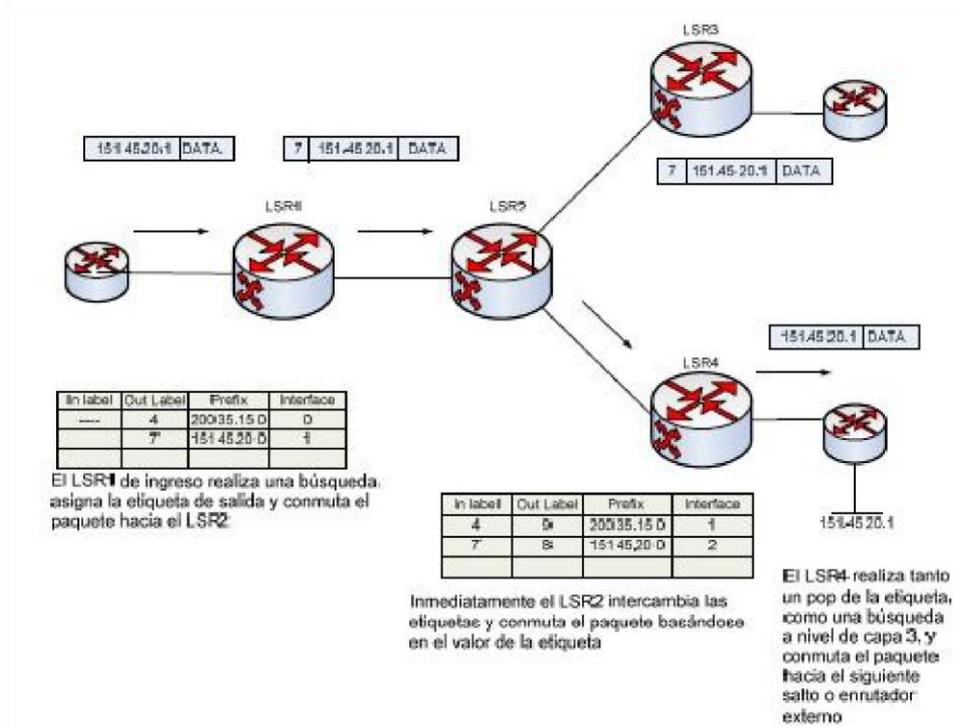


Figura 22. Operación de un LSR con un nivel de pila de etiquetas

De la misma manera se puede operar un LSR con varios niveles de pila de etiquetas, aplicando el proceso antes indicado al cuál se implementa lo que se denomina *Penultimate Hop popping*, ya que el Edge-LSR, demanda un pop etiquetado de su vecino LSR2, vía LDP o TDP usando lo que se denomina una etiqueta *implicit-null*.

El LSR2 realiza un pop a la etiqueta antes de enviar el paquete IP hacia el LSR4. Este procede a la búsqueda a nivel capa 3 basada en la dirección de destino contenida en el paquete y encamina el paquete de acuerdo a la subnet local o a un enrutador externo a la red MPLS como próximo salto.

2.3.3.3. LSP (LABEL SWITCHING PATH)

Un LSP o rutas conmutadas mediante etiquetas, es un conexión entre dos o más LSRs, que se usan para la conmutación de paquetes mediante técnicas de conmutación de etiquetas.

El operador de una red MPLS puede establecer caminos conmutados mediante etiquetas (LSP), donde un conjunto de LSRs intercambian paquetes correspondientes a una FEC en particular para alcanzar el destino, estableciendo de esta manera caminos para transportar Redes Privadas Virtuales de tipo IP (IP VPN), pero estos caminos pueden tener otros usos que se pueden apreciar en las Redes de Nueva Generación. En muchos aspectos las redes MPLS se parecen a las redes ATM y FR, con la diferencia de que la red MPLS es independiente del transporte en capa 2 (en el modelo OSI).

Las rutas conmutadas mediante etiquetas LSP se establece de dos maneras:

1. Control Independiente
2. Control Ordenado

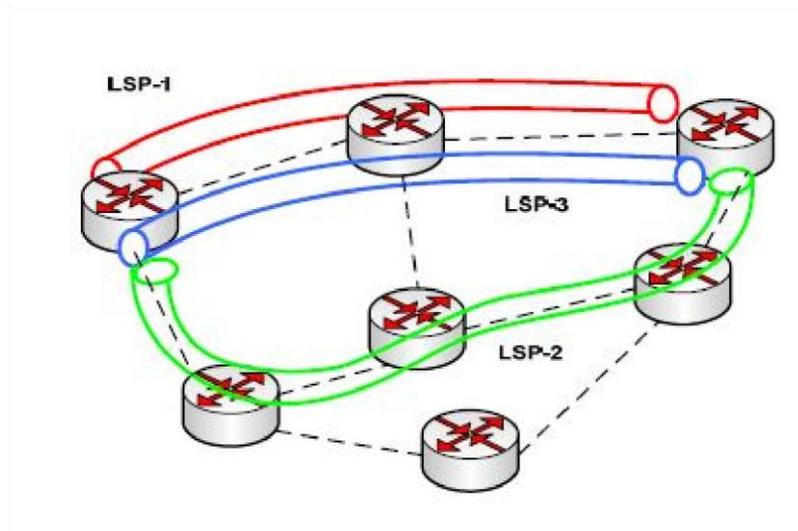


Figura 23. Ruta de Conmutación de Etiqueta LSP

2.3.3.4. FEC (*FORWARDING EQUIVALENCE CLASS*)

Un FEC es la representación de un conjunto de paquetes que ingresan a la red MPLS por la misma interfaz, comparten los mismos requerimientos para su transporte y por lo tanto circulan por un mismo trayecto. Los paquetes que pertenecen a un determinado FEC seguirán el mismo LSP hasta llegar a su destino. Un FEC puede agrupar varios flujos, pero un mismo flujo no puede pertenecer a más de un FEC al mismo tiempo. La asignación de

un paquete a un determinado FEC en MPLS se hace una sola vez cuando el paquete ingresa a la red, luego ningún router lo hace, como se observa en la Figura 24



Figura 24. Clave equivalente de envío (FEC)

2.3.3.5. LIB (LABEL INFORMATION BASE)

LIB es la tabla de etiquetas que manejan los LSR. Estas relacionan la pareja (interfaz de entrada – etiqueta de entrada) con (interfaz de salida – etiqueta de salida).

2.3.3.6. COMPONENTE DE ENVÍO DE MPLS

El envío se implementa mediante el intercambio de etiquetas en las LSPs. El algoritmo de intercambio de etiquetas requiere la clasificación de los paquetes a la entrada del dominio MPLS para que el LSR pueda hacer la asignación de etiquetas. Asignada la etiqueta, no se vuelve a consultar el contenido de la cabecera IP hasta el momento de la eliminación de dicha etiqueta, con lo que la información contenida en el paquete queda completamente enmascarada.

Un paquete ingresa a la red MPLS a través de un LSR de entrada, que hace de frontera entre el dominio MPLS y el exterior. El paquete atravesará una serie de LSRs interiores hasta llegar al LSR de salida, el cuál actúa como enrutador de frontera. Estos enrutadores de frontera son encargados de añadir/eliminar etiquetas, y los interiores sólo cambian unas por otras. Un LSR puede ser interior dentro de un nivel jerárquico y frontera con otro nivel jerárquico contiguo. Los LSRs interiores intercambian las etiquetas según una tabla de envío que se construye a partir de la información de enrutamiento proporcionada por la

componente de control, implementada únicamente en los LSRs frontera. Cada entrada de la tabla contiene un par de etiquetas de entrada/salida correspondiente a cada interfaz de entrada, que se utilizan para acompañar a cada paquete que llega por esa interfaz y con la misma etiqueta. El conmutador reemplaza la etiqueta de entrada en el paquete con la etiqueta de salida y envía el paquete por el puerto de salida.

2.3.3.7. COMPONENTE DE CONTROL

Este componente comprende la generación de tablas de enrutamiento que establecen los LSPs así como la distribución de la información sobre las etiquetas a los LSRs. Estas tablas se calculan utilizando bases de datos de estado de enlace así como políticas de control de tráfico. Los protocolos más extendidos en este ámbito son OSPF⁶ y BGP⁹, ampliados a transportar información de políticas y recursos.

MPLS concatena las etiquetas de entrada/salida creando una trayectoria de etiquetas para cada ruta IP en cada tabla de los LSRs. Para esto se utiliza información de etiquetas, que es una tabla indexada por etiquetas que se corresponden con un FEC. Para esto es necesario un protocolo encargado de distribuir estas etiquetas. Uno de estos protocolos es LDP (*Label Distribution Protocol*) desarrollado por la IETF para este propósito. Pero también soporta otros estándares como RSVP (*Resource Reservation Protocol*) del modelo de Servicio Integrados (*IntServ*)⁷.

⁶ *OSPF* es un protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP (*Interior Gateway Protocol*), que usa el algoritmo Dijkstra enlace-estado (*LSA*) para calcular la ruta más corta posible.

⁹*BGP* (*Border Gateway Protocol*): Se encarga de mover paquetes de una red a otra, tomando en cuenta asuntos comerciales o políticos.

⁷ *IntServ*: La calidad de servicio extremo a extremo se proporciona en el interior de la red a través de un tratamiento individualizado por flujo de tráfico.

El componente de control es responsable de configurar las LSP entre ruta IP y distribuir asociantes de etiquetas a los LSR. También se encarga de mantener el sistema actualizado en caso de cambios en la topología de la red.

Los protocolos de distribución de etiquetas son una parte importante del componente de control se establecen sesiones entre conmutadores pares de etiquetas e intercambian la información de etiquetas que necesita la función de envío.

2.3.3.8. ETIQUETA

La etiqueta es un identificador corto de longitud fija de 32 bits, empleado para asociar un determinado FEC; usualmente tiene significado local.

Cuando se habla de etiquetas MPLS se refiere a una percepción simplificada del encabezado de un paquete IP, aún cuando una etiqueta contiene toda la información asociada al direccionamiento de un paquete hasta su destino final en la red MPLS. A diferencia de un encabezado IP, las etiquetas no contienen una dirección IP, sino más bien un valor numérico acordado entre dos nodos consecutivos para proporcionar una conexión a través de un LSP.

Las decisiones de asignación de etiquetas pueden estar basadas en criterios de envío tales como: ingeniería de tráfico, *multicast*, redes privadas virtuales (VPN) y QoS. Las etiquetas son asociadas a un flujo específico de datos unidireccional, así como también a una determinada FEC como resultado de algún evento que indique una necesidad para tal asociación. Dichas asociaciones pueden ser manejadas por el flujo de datos (*data driven bindings*) o por el control de tráfico (*control driven bindings*).

2.3.3.8.1. Formato de la Etiqueta MPLS

En la Figura 25 se muestra el esquema de los campos de la cabecera genérica MPLS divididos en cuatro secciones:

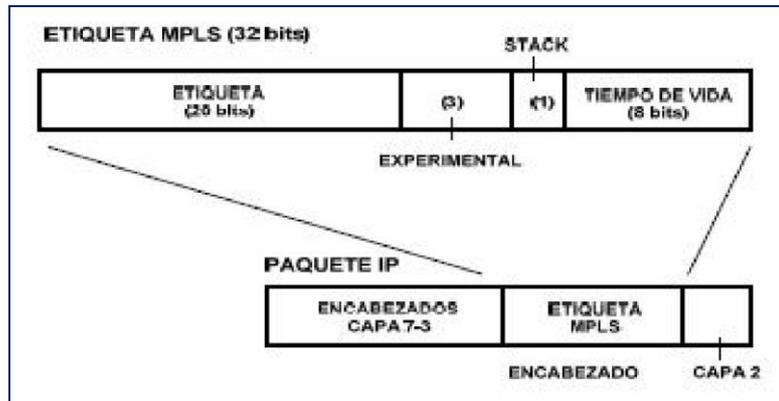


Figura 25. Formato de la Etiqueta MPLS

1. **Etiqueta.-** Constituye los primeros 20 bits. Corresponden a la etiqueta en sí.
2. **Exp.-** Los 3 bits que siguen son considerados de uso experimental.
3. **Stack.-** Es el bit utilizado para denotar la presencia de "stack". Vale 1 para la primera entrada en la pila (la más antigua) y 0 para el resto.
4. **Tiempo de vida (TTL).-** Los 8 bits restantes indican el tiempo de vida del paquete, es decir un parámetro que decrementa su valor por cada nodo recorrido hasta llegar a cero.

2.3.3.8.2. Pila de Etiquetas

Mecanismo que permite la operación jerárquica en el dominio MPLS. Es útil tener un modelo más general en el que un paquete etiquetado transporte cierto número de etiquetas, organizadas en una estructura de pila. A esta estructura se le denomina "pila de etiquetas", siendo esta una característica fundamental de MPLS. Permite a MPLS sea utilizado simultáneamente para enrutar a un nivel fino y a un nivel mayor. Cada nivel en una pila de etiquetas pertenece a algún nivel jerárquico. Esto facilita el modo de operación de túnel en MPLS.

Un paquete etiquetado puede llevar muchas etiquetas, las mismas que pueden anidarse formando una pila con funcionamiento LIFO (*Last-In, First-Out*), último en entrar primero en salir. Esto permite ir agregando o segregando flujos.

El procesamiento está siempre basado en la etiqueta superior, sin tener en cuenta que cierto número de etiquetas puedan haber estado sobre ella en la pila, anteriormente, o que otras tantas estén bajo ella actualmente. Un paquete sin etiquetar se puede ver como un paquete con la pila de etiquetas vacía. Si la profundidad de la pila de etiquetas es de profundidad m , a la etiqueta del fondo se la nombra como 1 y a la de la cima como m . (nivel 1, nivel m). Cabe destacar que cualquier LSR puede añadir una etiqueta a la pila (operación *push*) o puede remover la misma (operación *pop*).

El apilamiento de etiquetas hace posible la agregación de LSPs en un solo LSP gracias a la creación de un túnel para una porción de la ruta a través de una red.

Al inicio de un túnel el LSR asigna la misma etiqueta a los paquetes de un número de LSPs, colocando la etiqueta sobre la pila de cada paquete. Al final del túnel, otro LSR es el encargado de extraer la etiqueta de la cima de la pila. MPLS se destaca debido a que soporta una pila ilimitada, logrando de esta manera una considerable flexibilidad en la transmisión de la información.

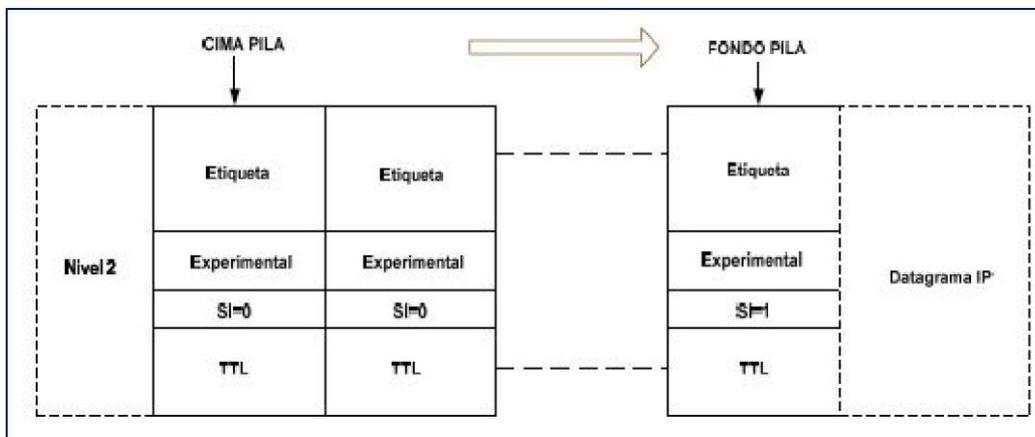


Figura 26. Apilamiento de etiquetas

2.3.3.8.3. Encapsulamiento de Etiquetas

La pila de etiquetas es colocada después de la cabecera de la capa de enlace y antes de la cabecera de la capa de red, independientemente de la tecnología que se utilice ya que no está restringida únicamente a la de capa 2, tal como se muestra en la Figura 27. La etiqueta

de la capa de red sigue inmediatamente después de la pila de etiquetas que tiene el bit S en 1.

Cada nivel de la pila de etiquetas define un nivel de LSP; así, dentro de una red MPLS se establece una jerarquía de LSPs.

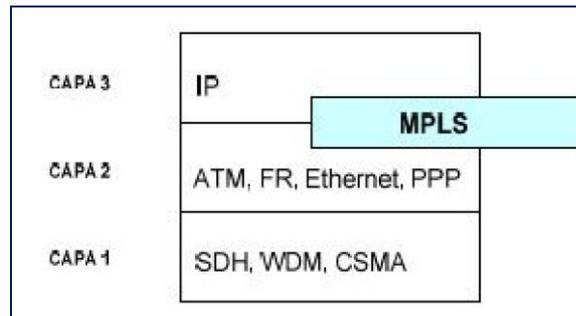


Figura 27. Ubicación de la etiqueta MPLS

2.3.3.8.4. Asignación de Etiquetas

Se tiene las siguientes maneras de asignación de etiquetas:

- **Asignación de etiquetas derivada del tráfico.-** Este tipo de asignación ocurre normalmente; es decir, es una forma dinámica de asignación dependiendo de la situación presente en el tráfico. Dicha asignación se inicia con una nueva comunicación que demande el uso de etiquetas. El LSP se establece bajo demanda únicamente cuando hay tráfico por enviar. A este tipo de asignación se le considera como un ejemplo de *data driven bindings*.
- **Asignación de etiquetas derivada de la topología.-** En este caso el establecimiento de etiquetas se presenta de una manera muy ordenada utilizando para esto una señalización entre nodos de la red; por ejemplo, cuando un LSR en cierto momento decide actualizar sus tablas de envío y cambiar las etiquetas que estaba utilizando para sus entradas. Esto puede suceder ante situaciones anormales en la red o en el nodo; en dichas ocasiones el LSR procederá a informar las nuevas etiquetas a sus vecinos.

- **Asignación de etiquetas derivada por solicitud.-** Es cuando un LSR cambia sus etiquetas en las tablas de envío, debido a que la capa de Internet usa protocolos propios de IP como RSVP, el mismo que reserva recursos en la red para un determinado servicio. A esto es lo que se conoce como asignación de etiquetas derivada por solicitud.

2.3.3.8.5. Distribución de Etiqueta

En MPLS a los enrutadores LSR se los clasifica como enrutadores ascendentes (*upstream*) o descendentes (*downstream*). Supóngase que los LERs de entrada y salida están de acuerdo en asociar la etiqueta al FEC para paquetes que viajen del LSR de entrada al LSR de salida.

Siendo de esta manera el LSR de entrada el enrutador ascendente y el LSR de salida el enrutador descendente.

En la arquitectura MPLS, la decisión de asociar una determinada etiqueta a un determinado FEC se hace con los enrutadores LSR que son descendentes con respecto a esta asociación. De esta manera el enrutador LSR descendente informa al enrutador LSR ascendente de la asociación. Así las etiquetas son de “asignación descendente” y las asociaciones de etiqueta son distribuidas en la dirección de “descendente-ascendente”.

2.3.3.8.6. Control en la Distribución de Etiquetas

Se definen los siguientes modos para el control en la distribución de etiquetas en MPLS:

1. Modo ordenado.- Facilita la prevención de bucles.

El LER de salida es por lo regular el encargado de la distribución de etiquetas, siendo este proceso en sentido contrario al direccionamiento de paquetes. En este modo la asignación de etiquetas se inicia en un extremo del LSP y avanza ordenadamente hacia el otro. Cada *router* MPLS espera recibir la etiqueta del *router downstream*, apunta la etiqueta recibida

en la tabla de etiquetas como salida y realiza la asignación de una etiqueta local, luego distribuye esta etiqueta a los *routers* de salida.

El control ordenado ofrece como ventajas una mejor ingeniería de tráfico y mayor control de la red, aunque, en comparación con el control independiente presenta tiempos de convergencia mayor y el *router* de salida se convierte en el único punto susceptible a fallas.

2. Modo independiente.- En este modo un router MPLS envía una nueva etiqueta al LSR *upstream* aun cuando no tenga una etiqueta para esa FEC; se lo comunica a los LSR *upstream* y la apunta en su tabla de etiquetas como entrada, es decir, cada LSR decide independientemente las etiquetas asignadas a cada FEC.

2.3.3.8.7. Métodos de retención de etiquetas

Un LSR recibe asociación de etiquetas remotas desde todos los LSRs vecinos o de los cuales se mantenga adyacencias, independientemente si alguno de los LSR remotos es su siguiente salto. Un LSR puede guardar todas las asociaciones o únicamente la asociación proveniente de su siguiente salto y las demás desecharlas. Se distingue dos métodos de retención de etiquetas:

- Modo de Retención de Etiqueta Liberal (Liberal Retention Mode)
- Modo de Retención de Etiqueta Conservador

2.3.3.9. LDP (*LABEL DISTRIBUTION PROTOCOL*)

LDP, o Protocolo de distribución de Etiquetas, es un nuevo protocolo usado en conjunto con protocolos de enrutamiento en la capa de red estándar. Define un conjunto de procedimientos y mensajes a través de los cuales los LSRs establecen LSPs en una red MPLS. Dos LSRs que utilicen conjuntamente el protocolo LDP, para intercambiar la información de *label mapping* puesto que el protocolo es bidireccional, son conocidos como “LDP *peers*”.

LDP permite a un LSR distribuir etiquetas a sus pares (LDP *peers*) usando el puerto TCP. El uso de TCP como el protocolo de la capa de transporte resulta de una entrega confiable de información LDP con control de flujo robusto y mecanismos de congestión manejo.

Este define cuatro clases de mensajes:

1. **DESCUBRIMIENTO:** Utilizado para señalar la presencia de routers MPLS sobre UDP. Utiliza mensajes *hello* por difusión, para así aprender sobre otros LSRs con los cuales se tiene una conexión LDP directa.
2. **SESIÓN:** Establecen y mantienen sesiones LDP sobre TCP.
3. **ANUNCIO:** Se usa para crear, cambiar y borrar las asociaciones de etiqueta FEC. De esta manera se dispone de distintos mensajes para realizar diferentes anuncios.
4. **NOTIFICACIÓN:** Indica errores. Existen dos tipos de mensajes de notificación:
 - a. **Notificaciones de error:** Estos señalan errores fatales, que causan la terminación de la sesión.
 - b. **Notificaciones de asesoría:** Usadas para comunicar al LSR acerca de la sesión LDP o el estado de algunos mensajes previos recibidos del LSR par.

2.3.3.9.1. Espacios de Etiquetas (Label Space)

Es el conjunto de posibles etiquetas que pueden ser usadas por un LSR para el proceso de asociación etiqueta - FEC. LDP soporta dos tipos de Espacios de Etiquetas:

1. **Por interfaz:** Los rangos de la etiqueta están asociados con interfaces. Los valores de la etiqueta proporcionados en diferentes interfaces podrían tener el mismo valor, tal como se muestra en la Figura 28.

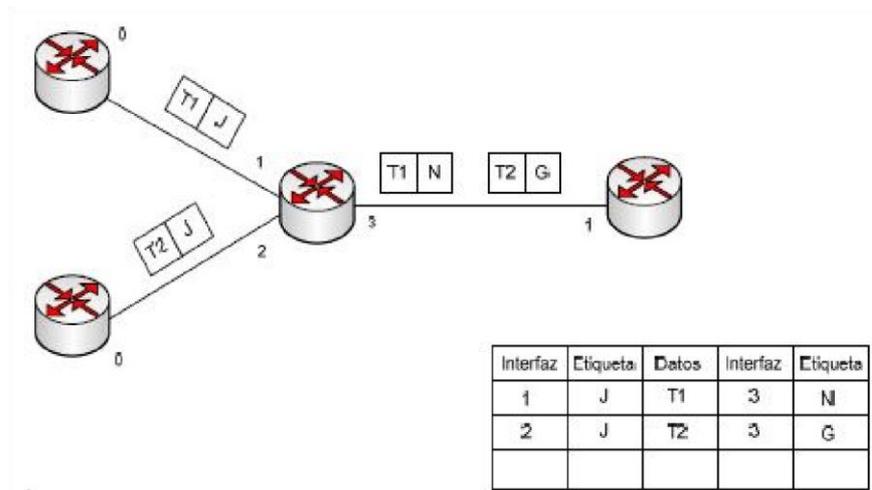


Figura 28. Espacio de etiquetas por Interfaz

2. **Por plataforma:** Los valores de la etiqueta son únicos sobre el LSR que los asignó, ninguna de las etiquetas en interfaces diferentes poseen el mismo valor, tal como se muestra en la Figura 29.

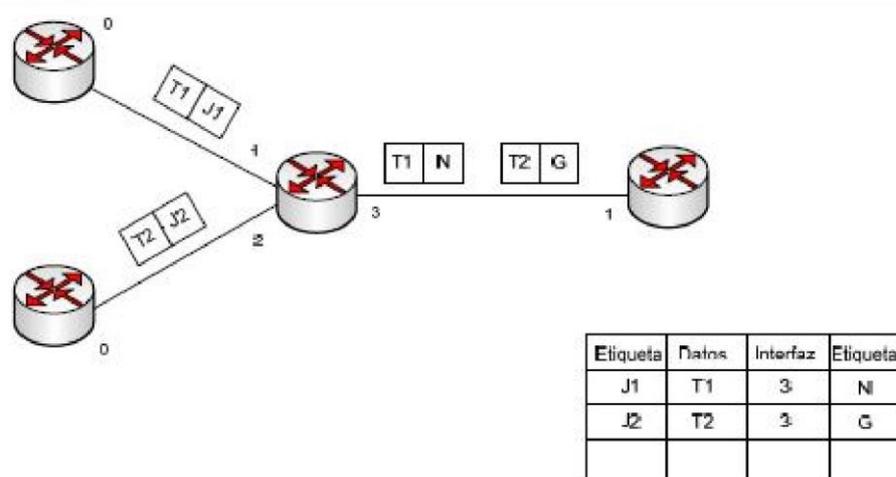


Figura 29. Espacio de etiquetas por plataforma

2.3.3.9.2. Identificadores LDP

El identificador LDP es un valor de seis octetos, sirve para identificar un espacio de etiquetas en un LSR. Los primeros cuatro octetos identifican el LSR, los últimos dos octetos identifican un espacio de etiquetas específico dentro del LSR.

2.3.3.9.3. Sesiones LDP

Una sesión LDP se da entre LSRs. Para respaldar el intercambio de información LDP usa TCP para el transporte confiable de dichas sesiones. Una sesión es solamente para un espacio de etiquetas.

2.3.3.9.4. Mecanismos LDP

A continuación se describen brevemente los dos mecanismos LDP más utilizados en MPLS:

2.3.3.9.4.1. Descubrimiento LDP (Discovery LDP)

- 1. Mecanismo de descubrimiento básico.-** Se usa para descubrir LSR vecinos que se encuentren conectados directamente a nivel de enlace.
- 2. Mecanismo de descubrimiento extendido.-** Es utilizado cuando hay sesiones LDP entre LSRs que no se encuentran conectados directamente.

2.3.3.9.4.2. Establecimiento de la sesión LDP

El establecimiento de la sesión LDP es un proceso que consta de dos pasos:

- 1. Establecimiento de la conexión TCP.-** Este paso es llevado a cabo por el LSR activo (identificador LSR más alto) determinado por los parámetros de dirección en el mensaje *hello*.
- 2. Inicio de la sesión.-** Después de que se establece una conexión TCP se negocian los parámetros de la sesión intercambiando mensajes de inicialización. Los parámetros que se negocian incluyen: la versión protocolar, el método de distribución de etiquetas, valores de temporizador y el espacio de etiquetas a ser usado. Es importante mencionar que un LSR puede decidir terminar la sesión LDP cuando él lo desee, mediante un mensaje de *shutdown*.

2.3.3.9.5. PDU de LDP

Como se dijo anteriormente, los mensajes son enviados como PDUs (*Protocol Data Unit*). Cada PDU de LDP es una cabecera LDP seguido por uno o más mensajes LDP.

La cabecera LDP se indica en la Figura 30.

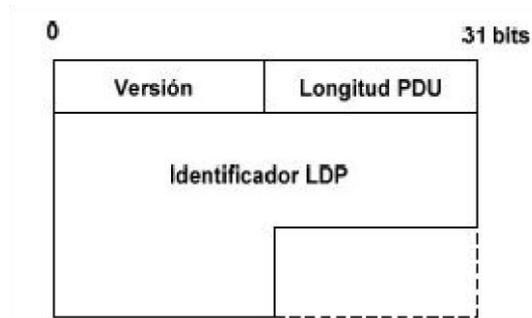


Figura 30. Estructura de la cabecera LDP

- **Versión.-** Es un campo de 16 bits. El número actual de la versión del protocolo LDP es uno.
- **Longitud del PDU.-** Es un campo de 16 bits, que especifica la longitud total del PDU, excluyendo los campos de versión y longitud.
- **Identificador LDP.-** Constituye un campo de 48 bits. Este campo identifica el espacio de etiquetas del LSR, los primeros cuatro octetos identifican el LSR, los dos últimos octetos identifican un espacio de etiquetas dentro del LSR.

2.3.3.9.6. Mensajes LDP

Los mensajes LDP tienen el formato que se muestra en la Figura 31.

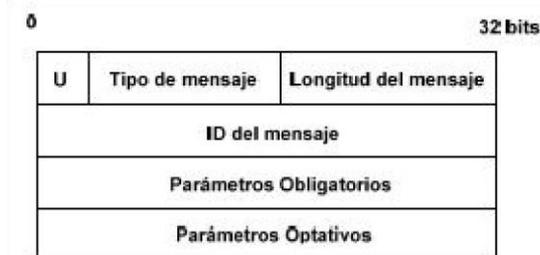


Figura 31. Formato de Mensajes LDP

- **Bit U.-** Define la acción a ser tomada después de recibir un mensaje desconocido. Si U es 0 una notificación es devuelta a su creador. Si U es 1 el mensaje desconocido se ignora.
- **Tipo de mensaje.-** Es un campo de 15 bits. Identifica el tipo de mensaje.
- **Longitud del mensaje.-** Es un campo de 16 bits. Especifica la longitud acumulativa en los octetos de identificación del mensaje, los parámetros obligatorios y los parámetros optativos.
- **ID del mensaje.-** Es un campo de 32 bits, se usa para identificar el mensaje.

- **Parámetros.-** Campo de longitud variable. Contiene los TLVs (*Type-Length-Value*). Existen parámetros obligatorios y optativos. Los optativos son usados para la detección de lazos. Así se tiene los siguientes parámetros: vectores de camino (*path vectors*) y contadores de salto (*hop count*).

2.3.3.9.7. Codificación TLV

Los mensajes LDP usan un esquema de codificación TLV. Dicho esquema es usado para codificar la información transportada en los mensajes LDP. En la Figura 32 se indica la cabecera TLV:

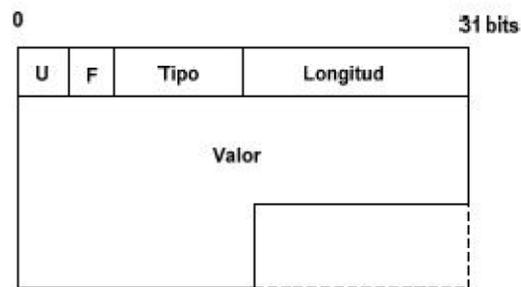


Figura 32. Cabecera TLV

- **Bit U.-** Es un bit TLV desconocido.
- **Bit F.-** Es un bit TLV desconocido de reenvío.
- **Tipo.-** Campo de 14 bits. Codifica como el campo valor será interpretado.
- **Longitud.-** Campo de 16 bits. Especifica la longitud del campo valor dado en octetos.
- **Valor.-** Es un campo de longitud variable. Codifica la información para ser interpretada como se especifica en el campo tipo.

LDP utiliza vectores de camino y contadores de saltos para detectar los lazos.

1. **Vectores de camino.-** Consiste en un vector que transporta las identificaciones LSRs de todos los LSRs en el LSP.
2. **Contadores de saltos.-** Son usados para limitar la cantidad de recursos que pueden consumirse cuando se crean los lazos. Cuando el contador de lazos alcanza un cierto

umbral, el sistema actúa como si un lazo se hubiese encontrado en el vector de camino y el LSP no se establece.

2.3.4. FUNCIONAMIENTO DE MPLS

El funcionamiento de MPLS se basa en componentes funcionales de envío y control, que actúan íntimamente ligados entre sí.

2.3.4.1. FUNCIONAMIENTO DEL ENVÍO DE PAQUETES EN MPLS

La base fundamental de MPLS consiste en la asignación e intercambio de etiquetas antes mencionado, este permite el establecimiento de caminos LSP por la red. Se recordará que los LSPs establecen un sentido del tráfico en cada punto de entrada a la red; para el tráfico dúplex se requiere dos LSPs, uno en cada sentido.

Los LSPs se crean a base de concatenar uno o más saltos en los que se intercambian etiquetas, de modo que cada paquete se envía de un “conmutador de etiquetas” (*Label Switching Router*) a otro, a través del dominio MPLS. Un LSR es un router especializado en el envío de paquetes etiquetados por MPLS.

Como se observa en la Figura 33, MPLS separa las dos componentes funcionales de control (*routing*) y de envío (*forwarding*). De esta manera el envío se implementa mediante el intercambio de etiquetas en los LSPs.

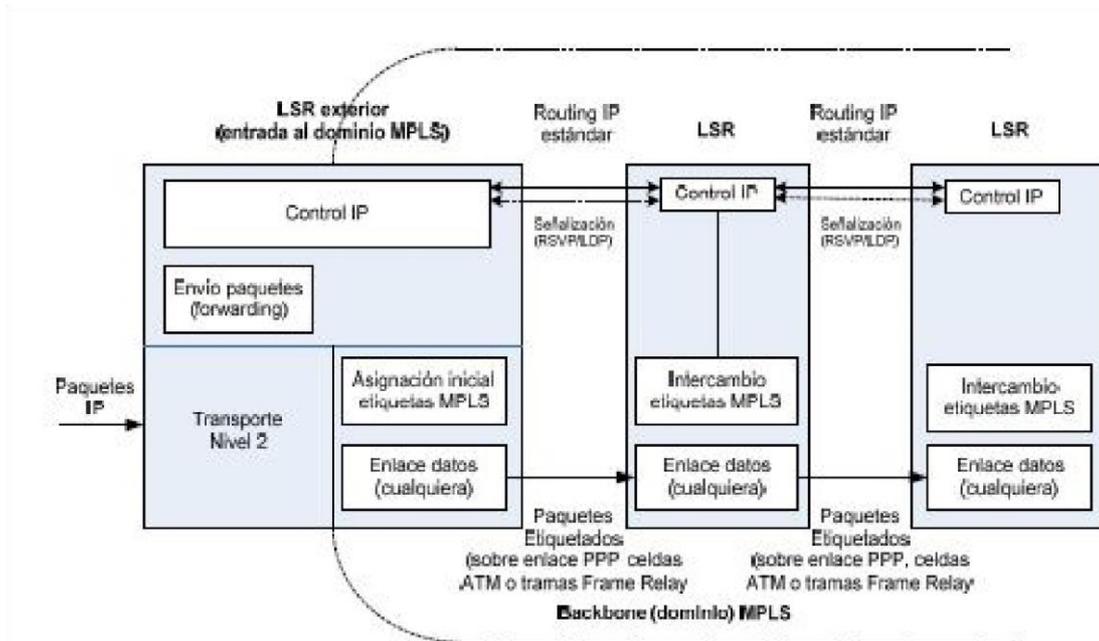


Figura 33. Esquema funcional de MPLS

MPLS utiliza el protocolo RSVP o bien un nuevo estándar de señalización (el *Label Distribution Protocol*, LDP). Ahora ya no hay que administrar dos arquitecturas (ATM y MPLS) diferentes a base de transformar las direcciones IP y las tablas de encaminamiento en las direcciones y el encaminamiento ATM: esto lo resuelve el procedimiento de intercambio de etiquetas MPLS, quedando ATM restringido al transporte de datos basado en celdas. Para MPLS esto no es importante, ya que utiliza otros transportes como Frame Relay, o directamente sobre líneas punto a punto.

LSP es el circuito virtual que siguen por la red todos los paquetes asignados a la misma FEC. Al primer LSR que interviene en un LSP se le denomina de entrada o de cabecera y al último se le denomina de salida o de cola. Los dos están en el exterior del dominio MPLS. El resto, entre ambos, son LSRs interiores del dominio MPLS. Un LSR es un router que funciona a base de intercambiar etiquetas según una tabla de envío. Esta tabla se construye a partir de la información de encaminamiento que proporciona la componente de control. Cada entrada de la tabla contiene un par de etiquetas entrada/salida correspondientes a cada interfaz de entrada, que se utilizan para acompañar a cada paquete que llega por esa interfaz

y con la misma etiqueta (en los LSR exteriores sólo hay una etiqueta, de salida en el de cabecera y de entrada en el de cola).

El algoritmo de intercambio de etiquetas requiere la clasificación de los paquetes a la entrada del dominio MPLS para poder hacer la asignación por el LSR de cabecera.

El LSR consulta la tabla de encaminamiento y asigna el paquete a la clase FEC definida por el grupo. Asimismo, este LSR le asigna una etiqueta y envía el paquete al siguiente LSR del LSP. Dentro del dominio MPLS los LSR ignoran la cabecera IP; solamente analizan la etiqueta de entrada, consultan la tabla correspondiente (tabla de conmutación de etiquetas) y la reemplazan por otra nueva, de acuerdo con el algoritmo de intercambio de etiquetas. Al llegar el paquete al LSR de cola (salida), ve que el siguiente salto lo saca de la red MPLS; al consultar ahora la tabla de conmutación de etiquetas quita ésta y envía el paquete por *routing* convencional.

Como se ve, la identidad del paquete original IP queda enmascarada durante el transporte por la red MPLS, que no "mira" sino las etiquetas que necesita para su envío por los diferentes saltos LSR que configuran los caminos LSP. Las etiquetas se insertan en cabeceras MPLS, entre los niveles 2 y 3. Según las especificaciones del IETF, MPLS debía funcionar sobre cualquier tipo de transporte: PPP, LAN, ATM, Frame Relay, etc.

Por ello, si el protocolo de transporte de datos contiene ya un campo para etiquetas (como ocurre con los campos VPI/VCI de ATM y DLCI de Frame Relay), se utilizan esos campos nativo para las etiquetas. Sin embargo, si la tecnología de nivel 2 empleada no soporta un campo para etiquetas p. ej. (Enlaces PPP o LAN), entonces se emplea una cabecera genérica MPLS de 4 octetos, que contiene un campo específico para la etiqueta y que se inserta entre la cabecera del nivel 2 y la del paquete (nivel 3).

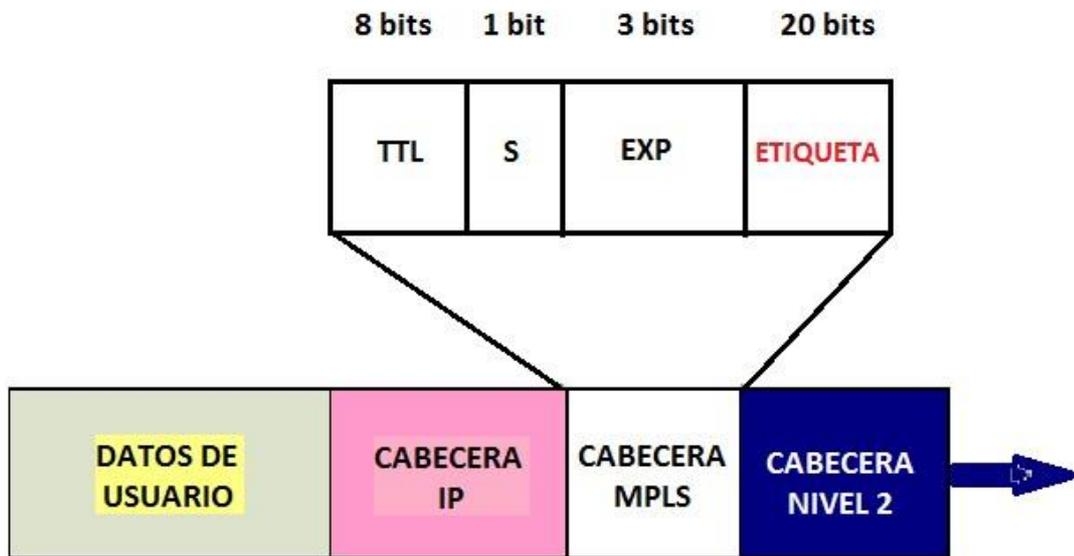


Figura 34. Estructura de la Cabecera de MPLS

En la Figura 34 se representa el esquema de los campos de la cabecera genérica MPLS y su relación con las cabeceras de los otros niveles.

Como se observa en la figura, los 32 bits de la cabecera MPLS se reparten en: 20 bits para la etiqueta MPLS, 3 bits para identificar la clase de servicio en el campo experimental llamado CoS, 1 bit de *Stack* para poder apilar etiquetas de forma jerárquica (S) y 8 bits para indicar el TTL (*time to live*) que sustenta la funcionalidad estándar TTL de las redes IP. De esta manera, las cabeceras MPLS permiten cualquier combinación de tecnologías de transporte, con la flexibilidad que esto supone para un proveedor IP a la hora de extender su red.

2.3.4.2. CONTROL DE LA INFORMACIÓN EN MPLS

Hasta ahora se ha visto el mecanismo básico de envío de paquetes a través de los LSPs mediante el procedimiento de intercambio de etiquetas según las tablas de los LSRs.

Pero queda por ver dos aspectos fundamentales:

1. Cómo se generan las tablas de envío que establecen los LSPs.
2. Cómo se distribuye la información sobre las etiquetas a los LSRs.

El primero de ellos está relacionado con la información que se tiene sobre la red: topología, patrón de tráfico, características de los enlaces, etc. Es la información de control típica de los algoritmos de encaminamiento. MPLS necesita esta información de *routing* para establecer los caminos virtuales LSPs. Lo más lógico es utilizar la propia información de encaminamiento que manejan los protocolos internos IGP. (OSPF, IS-IS, RIP...) para construir las tablas de encaminamiento (recuérdese que los LSR son *routers* con funcionalidad añadida). Esto es lo que hace MPLS precisamente: para cada "ruta IP" en la red se crea un "camino de etiquetas" a base de concatenar las de entrada/salida en cada tabla de los LSRs; el protocolo interno correspondiente se encarga de pasar la información necesaria.

El segundo aspecto se refiere a la información de "señalización", pero siempre que se quiera establecer un circuito virtual se necesita algún tipo de señalización para marcar el camino; es decir, para la distribución de etiquetas entre los nodos.

Sin embargo, la arquitectura MPLS no asume un único protocolo de distribución de etiquetas; de hecho se están estandarizando algunos existentes con las correspondientes extensiones; unos de ellos es el protocolo RSVP del Modelo de Servicios Integrados del IETF (recuérdese que ése era uno de los requisitos).

Pero, además, en el IETF se están definiendo otros nuevos, específicos para la distribución de etiquetas, cual es el caso del *Label Distribution Protocol* (LDP).

2.3.5. APLICACIONES DE MPLS

Entre las principales aplicaciones de MPLS conjuntamente con las Redes de Nueva Generación están:

- Ingeniería de Tráfico
- Calidad de servicio (QoS)
- Diferenciación de niveles de servicio mediante clases (CoS)
- Servicios de redes privadas virtuales (VPN)

2.3.5.1. INGENIERÍA DE TRÁFICO

La ingeniería de Tráfico permite adaptar los flujos de tráfico a los recursos físicos de la red; realizando proyecciones futuras. Para esto se usa funciones probabilísticas, con factores como número de usuarios, condiciones críticas de red y planificar el funcionamiento de la red en función de los posibles escenarios a presentarse.

Los flujos de tráfico siguen la trayectoria más corta calculada por protocolos de enrutamiento convencionales, a otras rutas menos congestionadas que la original. En casos de congestión de algunos enlaces, el problema se resolvía a base de añadir más capacidad a los enlaces. La ingeniería consiste en trasladar determinados flujos seleccionados por el algoritmo IGP44 sobre enlaces más congestionados, a otros enlaces más descargados, aunque estén fuera de la ruta más corta.

MPLS permite la ingeniería de tráfico en grandes *backbones* por los siguientes motivos:

1. MPLS ofrece soporte en la creación de rutas explícitas permite a los administradores de red especificar rutas exactas que el tráfico deberá seguir.
2. Uno de los parámetros de entrada son las estadísticas sobre las rutas, para la identificación de congestión, uso de enlaces o planificación de futuras extensiones.
3. Las rutas basadas en restricciones permitirán cumplir con requerimientos de rendimiento antes de ser establecidas.
4. Las soluciones MPLS pueden funcionar sobre redes no orientadas a conexión, no estando limitadas a infraestructuras orientadas a conexión (ATM).

Por lo que la Ingeniería de Tráfico debe cumplir con:

1. Establecer rutas que sean óptimas con respecto a cierta métrica escalar.
2. Tomar en cuenta el ancho de banda disponible en los enlaces individuales

Por lo que MPLS, con el fin de cumplir con esto, crea el concepto de “Troncal de tráfico” que es una colección de micro flujos TCP o UDP que comparten dos propiedades en común: los micro flujos son enviados por la misma ruta (la ruta se refiere a una ruta dentro de un

proveedor de servicios no la ruta *end to end*) y la segunda propiedad es que deben compartir la misma clase de servicio ToS.

IGP (*Interior Gateway Protocol*): los protocolos de gateway interior enrutan los datos en un sistema autónomo. Esa característica permite satisfacer la escalabilidad, ya que de este modo el número de troncales de tráfico depende de la topología de la red de un proveedor de servicios y no de la cantidad de tráfico o de cuantos micro flujos lo conformen.

Si el tráfico aumenta, entonces aumentará la cantidad de datos dentro de una troncal de tráfico y la cantidad de información que se intercambia entre los LSRs para mantener este estado sigue siendo la misma.

Por lo que el MPLS *Constraint Based Routing*, trata el problema de los requerimientos de ancho de banda para cada troncal de tráfico, añadiendo ciertas restricciones administrativas.

2.3.5.2. CALIDAD DE SERVICIO

Calidad de servicio garantiza el valor de uno o varios de los parámetros que definen la calidad de servicio que ofrece la red. El contrato que especifica los parámetros de calidad de servicio acordados entre el proveedor y el usuario se denomina SLA.

Donde MPLS tiene el campo EXP para poder propagar la clase de servicio en la correspondiente LSP. Los parámetros típicos que se deben cumplir en una red que tenga calidad de servicio son los siguientes:

- 1. Disponibilidad:** tiempo mínimo que el operador asegura que la red esté en funcionamiento.
- 2. Ancho de Banda:** indica el ancho de banda mínimo que el operador garantiza al usuario dentro de su red.
- 3. Pérdida de paquetes:** Máximo de paquetes perdidos (siempre y cuando el usuario no exceda el caudal garantizado).

4. Round Trip Delay: el retardo de ida y vuelta medio de los paquetes.

5. Jitter: la fluctuación que se puede producir en el retardo de ida y vuelta medio.

MPLS y las redes de nueva generación permiten asignar QoS a un cliente o a un tipo de tráfico una FEC a la que se asocie un LSP que discurra por enlaces con bajo nivel de carga.

En general las personas piensan que QoS es la razón más poderosa de MPLS, sin embargo, es importante recordar que la potencial razón es la Ingeniería de Tráfico o las VPNs. Estás permiten comprender que el requerir QoS en una red no es una razón para implementar MPLS.

MPLS QoS fue diseñado para soportar a IP QoS por lo que no difieren en mucho de los beneficios que provee el simple IP QoS, pues no modifica fundamentalmente el modelo de calidad de servicio de IP. Pero hace importante el uso de MPLS QoS, dado que a diferencia de IP, no es un protocolo que corre entre los terminales (*end to end*).

Las redes de nueva generación se convertirán en futuro próximo a MPLS lo que motiva para soportar QoS, integrando de esta manera los servicios. Tomando en cuenta que la calidad de servicio tiene importancia entre equipos, lo cual se adapta mejor a MPLS que a IP. En general los proveedores de servicio en la actualidad no ofertan servicios MPLS, ellos ofertan servicios *Frame Relay* o ATM.

Pero se debe considerar un papel importante de MPLS en la Calidad de Servicio, ya que este puede ayudar a los proveedores a ofrecer servicios de IP QoS más eficiente en una amplia plataforma, y de esta manera se garantizará un ancho de banda para un LSP.

2.3.5.2.1. Calidad de servicio en la Internet

Hoy en día se presenta el desafío de cómo adaptar la Internet a nuevos cambios y necesidades. Lo que a enfocado a la Calidad de Servicio en plantear un nuevo modelo de Internet, donde los enrutadores decidirán las reservas de recursos, Internet de Servicios

Integrados *Int-Serv*⁸, también se analiza la asignación a cada datagrama de diferentes prioridades para que sean tratadas adecuadamente en los enrutadores de la red, Internet de Servicios Diferenciados *Diff-Serv*⁹.

2.3.5.2.2. Servicios integrados y el Protocolo de Reserva de Recursos RSVP (RESOURCE RESERVATION PROTOCOL)

Los servicios Integrados o Int-Serv han sido creados para dar garantía de calidad de servicio Final a Final (*end to end*) para las aplicaciones que la requieren.

IETF estandarizó *Int-Serv*, el cual se adapta a una variedad de protocolos de señalización de los cuales RSVP es uno de ellos. IETF creó el protocolo RSVP (*Resource Reservation Protocol*), el cual permite la señalización y realización de peticiones de recursos que permitan utilizar QoS.

Int-Serv define algunas clases de servicio mediante la reserva de recursos, designando una cierta aplicación que especificará el tráfico conocida como *TSpec*¹⁰, y por medio de una petición determinará el nivel de QoS que requiere la red conocida como *RSpec*¹¹.

Las funciones de un equipo que soporta Int-Serv son las siguientes:

1. Política: Verifica el tráfico de acuerdo a su *TSpec* y toma acción de descartarlo si no cumple con el *TSpec*.
2. Control de admisión: Verifica si existen recursos para esperar una petición de QoS caso contrario lo niega.
3. Clasificación: Identifica los paquetes que necesitan un nivel particular de QoS.

⁸ *Int-Serv*: Servicios integrados, mecanismo de señalización de control de señalización para QoS.

⁹ *Diff-Serv*: Servicios diferenciados, mecanismo de señalización de control de señalización para QoS.

¹⁰ *TSpec*: Define las características del tráfico. Caracteriza el tráfico que el emisor enviará a la red.

¹¹ *RSpec*: Define la QoS solicitada.

4. Encolamiento y planificación: Toma decisiones acerca de cuándo los paquetes son transmitidos y cuales paquetes son descartados.

2.3.5.2.2.1. Protocolo de Reserva de Recursos (*Resource reSerVation Protocol*) RSVP

RSVP permite que los hosts receptores reserven recursos de la red, ya sea en aplicaciones unicast como en multicast. RSVP opera con el protocolo IPv4 como con IPv6 y se encuentra localizado sobre la capa de Internet, en la estructura del modelo TCP/IP, en los protocolos de transporte; pero este solo reserva recursos de la red. RSVP reserva recursos para flujo de datos en forma *simples*, en decir reserva en una sola dirección.

El protocolo se encuentra implantado tanto en los terminales como en los enrutadores, a lo largo de la trayectoria de un paquete. RSVP es usado por un Terminal receptor para requerir calidad de servicio (QoS) específico de la red en nombre de una aplicación, para un flujo de datos en particular, de allí que se dice que el protocolo usa requerimiento de reserva orientado a receptor. Los enrutadores utilizan RSVP para enviar los requerimientos de calidad de servicio a todos los nodos a lo largo de la trayectoria del flujo y para establecer y mantener el estado que suministre el servicio requerido. RSVP lleva el requerimiento de reserva de recursos solicitado por cada *host* receptor a través de la red visitando cada nodo de la red, transportando mensajes de requerimiento de reserva o simplemente mensajes de reserva. Antes de que RSVP envíe los mensajes de reserva, el terminal transmisor debe enviar al receptor mensajes de trayectoria con la misma dirección IP de origen y destino que la aplicación usa. Estos mensajes viajan en modo *Upstream*. Los mensajes de trayectoria irán almacenando en cada enrutador, durante su trayectoria al receptor, la dirección IP del enrutador anterior, de tal manera que cada uno de los enrutadores que forman la trayectoria del flujo de datos contenga la dirección IP del enrutador previo. De esta manera el Terminal receptor, conoce el camino por donde la aplicación llegará y los mensajes de reserva podrían ir de host a host, en el sentido inverso de la trayectoria del flujo de datos, de modo *Downstream*, realizando las reservas de recursos correspondientes.

Los paquetes se identifican si pertenecen a un flujo determinado mediante cinco campos pertenecientes a las cabeceras de red y transporte.

1. Dirección destino
2. Dirección origen
3. Número de identificación del protocolo de transporte, como UDP.
4. Dirección del puerto de origen
5. Dirección del puerto de destino.

La calidad de servicio es implantada por un conjunto de mecanismo denominado control de tráfico. Entre los mecanismos que tenemos son el Clasificador de paquetes, Control de admisión, el Planificador de paquetes y Control de política, que determina si el usuario tiene los permisos administrativos para realizar la reserva. Se procederá a analizar si el nodo tiene los recursos disponibles para entregar la QoS requerida y el usuario tiene los permisos para solicitar la reserva, el proceso RSVP establece los parámetros en un clasificador de paquetes y planificador de paquetes para obtener la QoS deseada. Determinando por medio del clasificador de paquetes la QoS para cada paquete y el planificador de paquetes ordena la transmisión de los paquetes para conseguir la QoS prometida para cada uno de los flujos. En caso de no satisfacer los requerimientos en el control de admisión o control de política, el proceso RSVP retorna una notificación de error a la aplicación que originó el requerimiento.

La principal razón de usar RSVP con MPLS es permitir a los LSRs reconocer a los paquetes que pertenecen a flujos para los cuales se han hecho reservaciones. Es decir, se necesita crear y distribuir asociaciones entre flujos y etiquetas que tienen reservaciones RSVP. Se puede pensar que un conjunto de paquetes para los cuales se tiene una reserva RSVP no es más que otra instancia de una FEC.

2.3.5.2.3. MPLS y Diff-Serv

Los servicios diferenciados y MPLS son tecnologías que se espera implementar en ISPs, y por lo mismo deben trabajar juntas. Este modelo divide los flujos de tráfico en un número

pequeño de clases y asigna recursos para cada una de estas clases. Las clases pueden ser *Best effort* y *Premium*.

Best effort es convencional, ya conocida, en la cual los paquetes son tratados de igual forma desde una perspectiva de QoS. Los paquetes *Premium* serán tratados de tal forma de obtener bajo retardo y baja pérdida al atravesar la red.

Diff-Serv es marcada en el paquete IP, a diferencia de *Int-Serv* que requiere de un protocolo de señalización RSVP, esta marca en el paquete es denominada como *Differentiated Services Code Point (DSCP)*. El DSCP es llevado en la cabecera del paquete IP en el campo de 6 bits llamado Servicios Diferenciados que conforma parte del byte ToS (*Type of Service*). Teóricamente se podría tener 64 diferentes clases de paquetes, pero en la práctica, el número de DCPS usado es mucho menor. Las dos clases mencionadas son un punto de inicio para servicios diferenciados como lo son los servicios de voz, datos y video.

2.3.5.3. CLASES DE SERVICIO (CoS)

El tráfico que fluye a través de una determinada LSP se puede asignar a diferentes colas de salida en los diferentes saltos LSR, de acuerdo con la información contenida en los bits del campo EXP. Entre cada par de LSR exteriores se pueden aprovisionar múltiples LSPs, cada una de ellas con distintas prestaciones y con diferentes garantías de ancho de banda. De esta manera se consideró un grupo de trabajo para *Int-Serv* el cuál se definió en dos clases de servicio, como son el Servicio Garantizado (*Guaranteed Service*) y Servicio de Carga Controlada (Load Controlled). Permitiendo a las aplicaciones elegir dependiendo de sus necesidades.

El Servicio Garantizado se aplica a necesidades de gran ancho de banda y poco Retardo. Para obtener este servicio, la aplicación provee un *TSpec* que caracteriza el tráfico a ser inyectado en la red, incluyendo velocidad pico, tamaño máximo de paquetes, tamaño de la ráfaga de tráfico (*Burst Size*) y una (*Token Bucket Rate*). Los cuales forman el *Token Bucket*

Specification, el que garantiza las características de Ancho de Banda que una aplicación requiere.

El servicio de carga controlada se emplea al existir la necesidad de que una aplicación corriera en una red sin sobrecarga, con adecuada capacidad para esa aplicación. Para lo cual la aplicación envía *TSpec* a los diversos componentes de la red. Los elementos de la red deberán garantizar:

- Existen los recursos suficientes para proveer el QoS especificado para los flujos de carga controlada.
- El flujo de carga controlada se encola de tal forma que no perturbe a otros flujos ni a sí mismo.

2.3.5.4. RED PRIVADA VIRTUAL (VPN)

Una VPN es una tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública o no controlada, como el Internet.

Una red privada virtual (VPN) se construye basada, en conexiones realizadas sobre una infraestructura compartida, con funcionalidades de red y de seguridad equivalentes a las que se obtienen con una red privada. El objetivo de las VPNs es el soporte de aplicaciones Nitra/extranet, integrando aplicaciones multimedia de voz, datos y video sobre infraestructuras de comunicaciones eficaces y rentables como son las redes de nueva generación permitiendo así la convergencia. La seguridad supone aislamiento, y "privada" indica que el usuario "cree" que posee los enlaces. Las IP VPNs son soluciones de comunicación VPN basada en el protocolo de red IP de la Internet. En esta sección se describe brevemente las ventajas que MPLS ofrece para este tipo de redes frente a otras soluciones tradicionales.

Las VPNs tradicionales se han venido construyendo sobre infraestructuras de transmisión compartidas con características implícitas de seguridad y respuesta predeterminada. Tal es el caso de las redes de datos Frame Relay que permiten establecer PVCs entre los diversos

nodos que conforman la VPN. La seguridad y las garantías las proporcionan la separación de tráfico por PVC y el caudal asegurado (CIR). La forma de utilizar las infraestructuras IP para servicio VPN (IP VPN) ha sido la de construir túneles IP de diversos modos.

El objetivo de un túnel sobre IP es crear una asociación permanente entre dos extremos, de modo que funcionalmente aparezcan conectados. Lo que se hace es utilizar una estructura no conectiva como IP para simular esas conexiones: una especie de tuberías privadas por las que no puede entrar nadie que no sea miembro de esa IP VPN.

La diferencia entre ambas soluciones es que en los túneles se utiliza el enrutamiento convencional IP para transportar la información del usuario, mientras que en MPLS esta información se transporta sobre el mecanismo de intercambio de etiquetas, que no ve para nada el proceso de enrutamiento OP.

Sin embargo, si se puede analizar la información del datagrama IP hacia el usuario, que no sabe nada de rutas MPLS sino que ve una intranet entre los miembros de su VPN. De este modo se pueden aplicar técnicas de calidad de servicio basadas en el examen de la cabecera IP, que la red MPLS podrá propagar hasta el destino, así como técnicas de ingeniería de tráfico.

2.3.5.4.1. MPLS como mecanismo de enrutamiento

Los paquetes enrutados a través del backbone del proveedor de servicios (enrutadores IP) deben ser únicos para poder reconocerlos, para lo cual se le añade el Distinguidor de Ruta. El enrutamiento se realiza leyendo 96 bits que lo conforman (VPN+dirección IP) en cada salto hacia el destino, haciendo el proceso complicado. Para proveer el enrutamiento mediante direcciones VPN-IP se usa un procedimiento más elegante: MPLS. Motivo para usarlo es para separar la información de datos del paquete de la cabecera IP. Se asocia un LSP a cada ruta VPN-IP y luego enrutarlos mediante MPLS. Se debe notar que las

direcciones VPN-IP son confinadas dentro de la red del proveedor de servicio y, por lo tanto, también MPLS está confinada dentro de la red el proveedor.

2.3.5.4.2. Escalabilidad

La escalabilidad de una red BGP/MPLS VPN radica en la cantidad de información de enrutamiento que debe ser intercambiada. Observándose en el intercambio de información de enrutamiento entre un enrutador CE (*Customer Edge*) y un enrutador PE (*Provider Edge*), que permanece constante a pesar de que se añaden más sitios. Además, la cantidad de cambio en configuración para añadir o retirar un sitio también es constante.

Empleando la jerarquía de enrutamiento de MPLS se mantiene a los enrutadores desligados de la interpretación de direcciones IP-VPN, de esta manera los enrutadores no mantienen ninguna información de enrutamiento IP-VPN, esta información es mantenida en los enrutadores que actúan como LSR de borde.

Un enrutador (LSR de borde) mantiene la información de enrutamiento IP-VPN, pero solo de los sitios directamente conectados a él, ya que no tiene que manejar todas las rutas de todas las VPNs que maneja el proveedor de servicios. Cuando la información de enrutamiento de un LSR de borde es excesiva, se puede añadir otro LSR de borde y mover algunas VPNs del antiguo al nuevo.

Es importante recordar que ningún componente de la red del proveedor de servicios tiene que manejar toda la información de todas las VPNs, ya que de esta manera el proveedor de servicios no tendrá la capacidad de enrutamiento limitada a algún componente individual de la red, que resulte en escalabilidad de enrutamiento ilimitada.

2.3.5.4.3. Seguridad

La seguridad es un parámetro importante, por lo que BGP/MPLS VPN ofrece buenos resultados respecto a otros como son ATM o *Frame Relay*.

El enrutamiento dentro del proveedor de servicios se basa en la Conmutación de Etiquetas, no en el enrutamiento IP tradicional. El LSP empieza y termina solamente en los enrutadores del proveedor de servicio, no empiezan ni terminan en el medio de la red del proveedor. En el enrutador del proveedor de servicio, estos LSPs están asociados con una tabla de enrutamiento en particular, y la tabla de enrutamiento está asociada con una interface en el enrutador del proveedor de servicio, y cada interface con un sitio de una VPN. Concluyendo de esta manera que un enrutador del proveedor de servicio envía un paquete a un enrutador del cliente, este paquete llegó de un enrutador del cliente directamente conectado o desde otro enrutador del proveedor de servicios. Para que esto ocurra se encamina hacia el enrutador del proveedor de servicio a través de un LSP asociado a una tabla de enrutamiento en particular, donde la tabla es asociada vía configuración y también vía configuración la tabla es asociada a una VPN. Los paquetes no pueden ser maliciosamente o accidentalmente adicionados en una VPN que no corresponda, como lo permitía las redes ATM o *Frame Relay*.

2.3.6. MPLS EN EL DESARROLLO DE LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN.

2.3.6.1. TÉCNICAS DE TRANSPORTE MPLS

MPLS pretende unir las ventajas del enrutamiento IP y de la conmutación ATM en una capa intermedia entre capa tres y la capa dos. Para ello los paquetes se marcan con etiquetas que se añaden delante de la cabecera IP. Se trata de 32 bits que contienen toda la información necesaria para el tratamiento de dichos paquetes, como:

- Origen y destino
- Pertenencia a una VPN determinada.
- Información de la calidad de servicio.
- Ruta a seguir por el paquete, elegida a través de ingeniería de tráfico.

2.3.6.2. FUNCIONES DE MPLS EN NGN.

En una NGN basada en MPLS extremo a extremo, se establecen LSPs antes de transmitir datos o de detectar un cierto flujo de datos.

Las etiquetas son fundamentales para la identificación de protocolos específicos, y se distribuyen usando el protocolo LDP, RSVP o BGP y OSPF. Entre las funciones principales esta la conmutación de datos a alta velocidad ya que es posible en los elementos de las redes de nueva generación porque las etiquetas de longitud fija, se insertan al principio de paquetes, y pueden ser usadas por el hardware para conmutar paquetes rápidamente entre nodos en las NGNs .

En la perspectiva de implementación de las NGNs, cada Terminal realiza las funciones del LER, iniciando el enrutamiento de etiquetas, y los nodos de la red realizan las funciones de LSR.

2.3.7. MEJORAMIENTO EN EL NIVEL DE SERVICIOS

MPLS trata de mejorar los servicios afrontando los problemas en la convergencia de las redes tradicionales a las redes de nueva generación, ya que como se puede apreciar en la Figura 35 consiste en la integración de las redes de clientes, negocios, voz, L1/L2 en una sola red IP/MPLS.



Figura 35. Convergencia de Redes

Entre las aplicaciones disponibles en las redes de nueva generación que se basan en la plataforma MPLS se tiene:

- Extremos Inteligentes (*Intelligent Edge*)
- VPN
- Firewall
- Video
- FR/ATM/LL
- Metro Ethernet
- VoIP

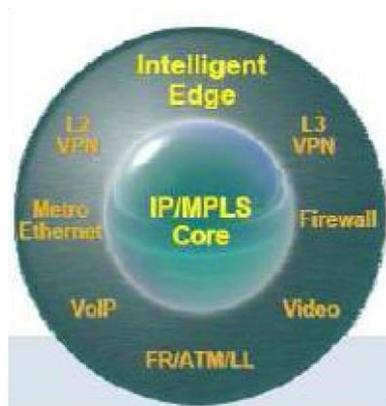


Figura 36. Servicio de NGN

En MPLS, al ser una arquitectura orientada a conexión, la transmisión de los datos ocurre en las trayectorias establecidas por el intercambio de etiquetas denominadas LSP (Label Switch Path).

Para la distribución de etiquetas en la red se emplea el Protocolo de Distribución de Etiquetas LDP (Label Distribution Protocol) o el Protocolo de Reservación de Recursos (RSVP, Resource Reservation Protocol). Cada paquete encapsula y transporta las etiquetas durante su transporte dentro de la red. El empleo de MPLS aporta una serie de ventajas que complementan al protocolo IP:

Agregación de flujos: Permite que varios flujos distintos sean transmitidos a través de un camino común identificados por una etiqueta y tratados como uno solo. Esto alivia los problemas de escalabilidad característicos de ATM.

Ingeniería de tráfico: El enrutamiento actual de Internet se basa en la selección de la ruta óptima y no se emplean los caminos alternativos, concentrando todo el tráfico en determinados puntos de la red y produciendo una utilización de los recursos poco uniforme. MPLS permite el uso de la Ingeniería de Tráfico para determinar los caminos alternativos que podrían utilizarse en caso de congestión, eliminándose la sobrecarga de tráfico y cuellos de botella en algunos enlaces mientras que otros se encuentren subutilizados.

2.3.8. PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Para el enrutamiento, MPLS sugiere los protocolos de estado de enlace ya que facilitan la convergencia y ofrecen mayor escalabilidad haciendo posible la realización de la Ingeniería de Tráfico como es el caso de los protocolos IS-IS y OSPF.

2.3.8.1 Protocolo IS-IS

El protocolo IS-IS pertenece al grupo de protocolos de estado de enlace de la ISO¹⁵, distribuye una imagen de la topología de los ruteadores para el cálculo de la ruta más corta, cada router da a conocer las direcciones de la capa de red que se pueden alcanzar ¹²de manera directa utilizando el algoritmo de estado de enlace SPF¹³. Características:

- Optimiza las decisiones de enrutamiento mediante una visión global de la red.
- Maneja eficientemente los recursos de la red como por ejemplo el ancho de banda.
- Permite una rápida recuperación de la red en caso de fallas.
- Utiliza puentes designados para eliminar bucles. Soporta MPLS e Ing de Tráfico.
- Permite conectar redes con encaminamiento distinto y admite VLSM¹⁴.
- Protocolo de enrutamiento interno e inundación rápida de nueva información.

¹² ISO International Organization for Standardization

¹³ SPF Shortest Path First

¹⁴ VLSM Variable Length Subnet Mask

- Manejo de hasta 1000 rutas dentro de un mismo Sistema Autónomo.

2.3.8.2 Protocolo OSPF

Es un protocolo de enrutamiento de estado de enlace del IETF, basado en código abierto y fue diseñado para cubrir los requerimientos de las grandes redes IP como: VLSM, autenticación del origen de la ruta, publicaciones de ruta para multidifusión, rápida recuperación de fallas, reconocimiento de varias métricas y capacidad de realizar encaminamiento dependiendo del tipo de servicio, etc.

Otras de las características más importantes se mencionan a continuación:

- Es un protocolo de enrutamiento interno.
- Utiliza complejas bases de datos para el cálculo del camino más corto.
- Ante un cambio de la red las rutas se actualizan en los routers tan pronto como se realiza el cambio.

Rápido durante la recuperación de fallos.

- Cada router conoce la distancia de los demás routers, de esta manera cuanto un paquete es enviado sigue la ruta con menos saltos.
- Soporta MPLS e Ingeniería de Tráfico.
- OSPF permite que las redes contiguas se agrupen en áreas dentro de un Sistema Autónomo, simplificando la topología y manejando hasta 500 rutas.
- Las publicaciones del estado de enlace de los routers se dan a conocer mediante mensajes “Hello” y una vez sincronizados forman una adyacencia.
- La métrica de enrutamiento de OSPF es el costo y se calcula en base al ancho de banda de la interfaz que puede configurarlo el usuario.

Los protocolos IS-IS y OSPF poseen características similares al ser protocolos que utilizan algoritmos de estado de enlace y soportan MPLS e Ingeniería del Tráfico teniendo un

tiempo corto de convergencia, pero para efectos del diseño propuesto se utilizará OSPF debido a que la red diseñada tiene 8 puntos de presencia y el número de rutas a utilizar no supera al número máximo de las 500 de OSPF o 1000 de IS-IS, por lo que se utilizará OSPF mencionando también que los equipos de core poseen características de robustez para soportarlo.

Adicional a la elección del protocolo de enrutamiento cabe mencionar que la selección del protocolo de señalización no tiene ninguna restricción ya que MPLS admite algunos protocolos como el caso de RSVP (Resource Reservation Protocol) o LDP (Label Distribution Protocol) por ser una tecnología abierta.

2.3.9. ANÁLISIS FINAL PARA LA UTILIZACIÓN DE MPLS Y LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN

Se ha considerado como aspecto importante a la Calidad de servicio al aplicar la tecnología de MPLS en la plataforma de las Redes de Nueva Generación.

MPLS permite a los administradores de las Redes de Nueva Generación especificar rutas exactas que el tráfico deberá seguir, permitiendo de esta manera optimizar tiempo y costos, puesto que MPLS funciona sobre redes no orientadas a conexión, no estando limitadas a infraestructuras orientadas a conexión.

Se permite de esta forma la escalabilidad, de este modo el número de troncales de tráfico dependerán de la topología de la red de un proveedor de servicios y no de la cantidad de tráfico, y así se garantiza el valor de uno o varios parámetros (SLA).

Con este fin MPLS y las NGNs permitirán asignar QoS a un cliente o a un tipo de tráfico, ya que permitirán integrar servicios. Así se podrá ofrecer servicios IP QoS más eficiente en una amplia plataforma, garantizando ancho de banda para un LSP.

También están llamados a brindar buenos anchos de banda, infraestructuras de red estructuradas en tres niveles (Servicios, Control y Transporte), tecnología de transporte de

paquetes, interfaces abiertas y estandarizaciones que permitan a terceros crear y desarrollar servicios independientes del tipo de red, soportes para aplicaciones múltiples adaptadas al usuario (movilidad, multimedia, tiempo real), etc.

Con este fin la Calidad de Servicio que busca ofrecer MPLS y NGNs se desarrolla para solucionar problemas existentes en el suministro del servicios, garantizar la fiabilidad y verificación de SLA, flexibilidad para utilizar pasarelas de medios de distintos proveedores vía interfaces abiertas. Y de esta manera se mejorara la rentabilidad de las actividades del operador, reduciendo el costo del ciclo de vida mediante una centralización de las funciones de gestión, que controlan los diferentes elementos de red de conmutación de paquetes y circuitos.

Se puede establecer algunas conclusiones respecto a las necesidades de gestión, como son la subred de conmutación de paquetes puede, en gran medida, gestionarse y optimizarse independientemente de la subred de voz.

La gestión del servidor de llamadas y pasarelas de medios deben estar integradas.

Una de las grandes ventajas de la NGN es que disocia el suministro de servicios de la configuración de red. Sin embargo existen fuertes dependencias entre la configuración de red de las pasarelas de medios y el servidor de llamadas.

Usando como solución IMS (Solución de Gestión Integrada) para las redes de infraestructura óptica, redes de datos y de voz. IMS permite a las NGN liderar la industria en el estudio de los requerimientos de gestión de NGN, evolucionar sus productos de gestión, en línea con esos requerimientos adicionales. Y reducir de esta manera el impacto de las nuevas tecnologías sobre la estructura y procesos de explotación existentes. Proporcionando inversiones gracias a la evolución de la red. Y sobre todo presentando una flexibilidad en la evolución de las redes.

IMS (*IP Multimedia Subsystem*): es un servicio de control de llamadas multimedia en redes de paquetes. Apareciendo de esta manera aplicaciones para las que MPLS aporta soluciones adecuadas, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

Las principales aplicaciones que tiene MPLS actualmente son:

- Los servicios de Red Privada Virtual (VPN), tanto de nivel 2 como de nivel 3.
- Los servicios de transporte transparente para redes tradicionales como TDM (*Time Division Multiplexing*), FR (*Frame Relay*) y ATM.
- EL soporte a ingeniería de tráfico para las redes IP.
- El soporte de fiabilidad para los servicios de cliente final.

Una de las verdaderas ventajas de MPLS es su capacidad de crear los circuitos extremo a extremo, con características de rendimiento específicas, a través de cualquier tecnología combinada de transporte.

Ya que hoy se requiere que la información llegue a cierta tasa de bits (*Throughput*), tiempo determinado (retardo), con una variación determinada (Jitter), con cierta pérdida de paquetes, etc.

Considerando de esta manera en base a los estudios realizados, conveniente la aplicación de la tecnología MPLS conjuntamente con las Redes de Nueva Generación.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.

3.1.1. SITUACIÓN TECNOLÓGICA ACTUAL DE LA CNT EP

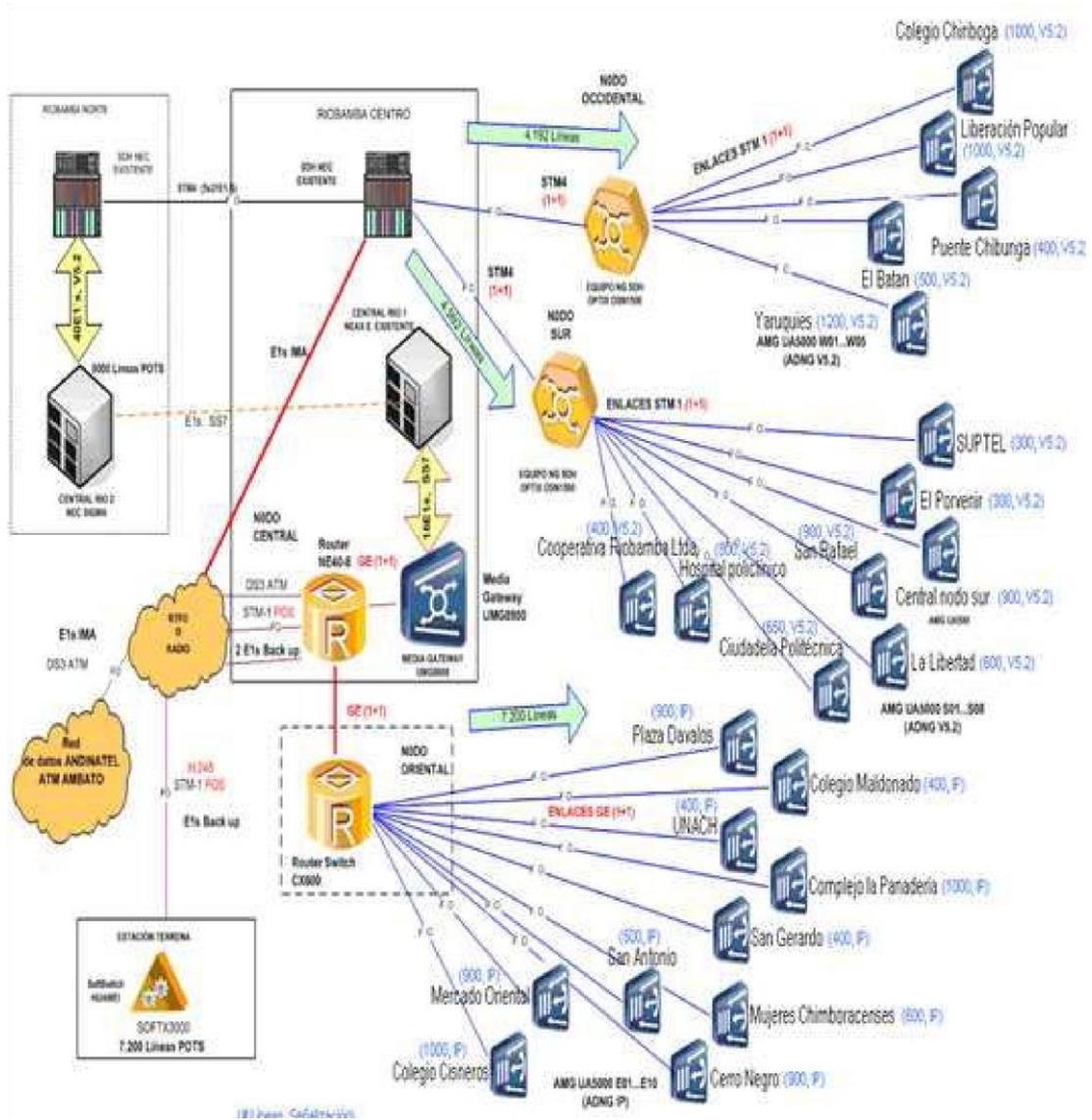


Figura 37. Esquema general de comunicaciones de CNT EP implementado en la ciudad de Riobamba

3.1.2. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS EXISTENTES EN LA CNT EP.

CNT EP es una empresa pública líder en telecomunicaciones en el Ecuador, que brinda servicios de transporte, almacenamiento y procesamiento de información como son: Telefonía Fija, Telefonía Nacional, Telefonía Internacional, Transmisión de Datos, e Internet.

La operación de las distintas redes ha venido funcionando separadamente: Red SDH para el transporte de llamadas telefónicas (voz) y la red ATM para comunicaciones informáticas (datos); para lo que es última milla se utiliza un sistema de acceso xDSL.

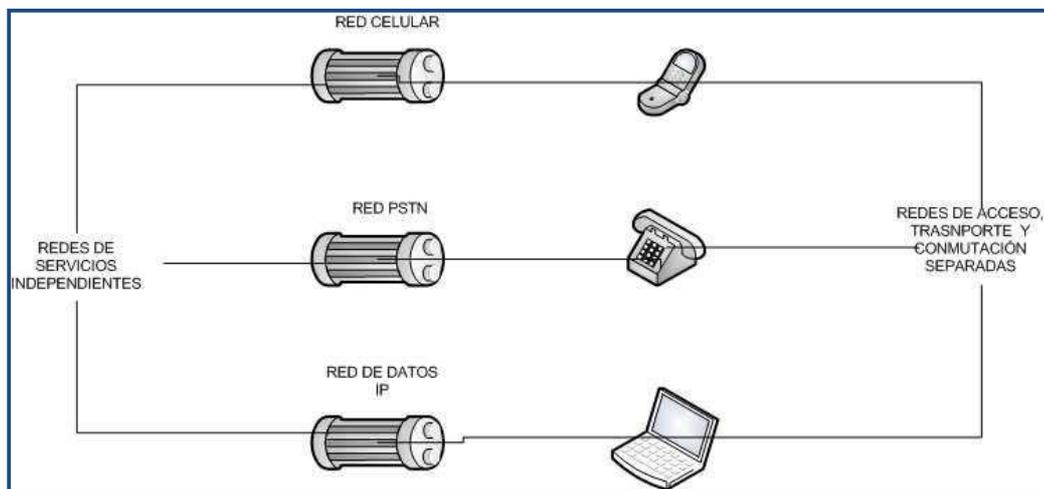


Figura 38. Arquitectura con una red para cada servicio

La Corporación se encuentra en una fase de transición, hacia la provisión de servicios convergentes de telecomunicaciones: voz, video y datos (multiservicios) basados en tecnología de punta que permita la prestación de éstos de acuerdo a los más altos estándares de calidad de los mercados en la industria de telecomunicaciones.



Figura 39. Arquitectura con convergencia de servicios por una misma red

3.1.3. SERVICIOS Y REDES DE SERVICIOS

TELEFONÍA FIJA: La Telefonía Fija, involucra el uso de un enlace alámbrico para la comunicación entre dos terminales.

TELEFONÍA MÓVIL: La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

INTERNET: La red existente cuenta con tecnología de punta IP/MPLS TE, soporta enlaces de fibra óptica monomodo que posee cobertura a nivel nacional con anillos redundantes y una salida internacional de 5 vías con protocolo de enrutamiento BGP¹⁵ y funcionalidades multihoming¹⁶, lo que asegura una alta disponibilidad.

También la corporación dispone de las tecnologías de acceso como: ADSL2+; GPON; G.SHDSL; WIMAX.

DATOS: La categoría de productos de Transmisión de Datos se encuentra dividida en dos líneas de productos, las cuales son: Terrestres y Satelitales

La CNT EP trabaja con una robusta red de fibra óptica con tecnologías de punta integradas como DWDM, GPON y MPLS TE, proveyendo más de 6 lambdas de conexión en el backbone nacional.

3.1.4. TECNOLOGÍAS EN SERVICIOS

El gran auge de la Internet y su explosivo crecimiento generó un déficit de ancho de banda, ya que los "backbone" IP de los proveedores poseían infraestructuras con mucho desperdicio de recursos, lo que ocasionaba congestión y saturamiento de las redes.

¹⁵ **BGP:** Border Gateway Protocol es un protocolo mediante el cual se intercambian prefijos los ISP registrados en Internet.

¹⁶ **Multihoming** de sitio se define como la conexión de un host o sitio a más de un ISP a la vez.

Por esta razón la CNT EP decidió implantar una infraestructura de red basada en la convergencia de tecnologías que permiten la prestación de los servicios de telecomunicaciones con garantías y con optimización de los recursos existentes.

Estas tecnologías son: ATM, IP, MPLS, SDH y WDM.

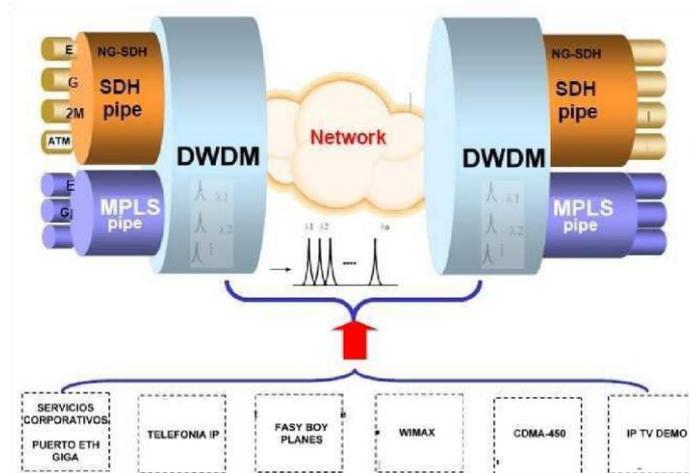


Figura 40. Red IP-ATM-MPLS de la CNT EP

3.1.5. TECNOLOGÍAS ACTUALES EN REDES DE LA CNT EP.

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

El modo de transferencia asincrónica es un estándar que fue diseñado para permitir comunicaciones a gran velocidad. Inicialmente fue desarrollado para ser transportado sobre SDH. ATM permite a las redes utilizar los recursos de banda ancha con la máxima eficacia y mantener al mismo tiempo la calidad de servicio (QoS) para los usuarios y programas con unos requisitos estrictos de funcionamiento.

La red ATM suele ser de tipo mallado y su funcionamiento está basado en las denominadas “celdas ATM”, por tanto, al ser éstas de tamaño fijo y reducido, se puede garantizar una conexión de red con muy poco retardo, habilitando además la posibilidad de proporcionar calidad de servicio (QoS).

APLICACIONES

- Telefonía: Servicio de Audio
- Video Telefonía: Servicios de Audio y Video Standard
- TV de Definición Standard: Servicio de Datos
- Teletexto, audio, video, video librería, datos de alta velocidad

IP (Internet Protocol)

Internet Protocol (Protocolo de Internet) es un protocolo no orientado a conexión usado tanto por el origen como por el destino para la comunicación de datos a través de una red de paquetes conmutados.

Ip es el protocolo de mayor empleo en la actualidad en las redes. Es una tecnología que está diseñada para trabajar sobre un conjunto diverso de protocolos de enlace de datos como Ethernet, Token Ring, etc.

También opera sobre las líneas de fibra de alta velocidad empleando PPP y HDCL.



Figura 41. Tecnologías en las capas OSI

APLICACIONES IP

- Estandarización de una gran cantidad de aplicaciones. Esta profusión de aplicaciones permite que se puedan llevar a cabo la mayoría de las funciones requeridas por los usuarios sin necesidad de tener que realizar desarrollos específicos en cada instalación. Ejemplos de estas aplicaciones son la transferencia de ficheros FTP o TFTP o el correo SMTP.
- Las aplicaciones TCP/IP están basadas en el concepto cliente/servidor y las interfaces entre ambos componentes están definidas por lo que es posible la

comunicación entre clientes y servidores proporcionados por diferentes suministradores o que se ejecutan en máquinas de diferente arquitectura o con diferentes sistemas operativos.

- Aplicaciones reales: VoIP, TVIP, VoD

SDH (Synchronous Digital Hierachy)

La jerarquía digital síncrona (SDH). Es un sistema de transporte digital sincrónico diseñado para proveer una infraestructura más sencilla, económica y flexible para redes ópticas de telecomunicaciones de alta capacidad.

APLICACIONES SDH

- Reemplazo de las Redes Troncales Plesiócronas actuales.
- Redes Troncales por su uso como Bus o en configuraciones en anillo.
- Servicios de Banda Ancha (LAN, WAN).
- Soporte de Redes Multiservicios.

DWDM (Dense WaveLenght Division Multiplexing) y sus variaciones WDM

En telecomunicación, la multiplexación por división de longitud de onda (WDM, Wavelength Division Multiplexing) es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED. DWDM es una técnica de transmisión de señales a través de fibra óptica usando la banda C (1550nm).

TIPO	CANT. DE CANALES	ESPACIO ENTRE CANALES	CARACTERISTICAS
WWDM	2.00	100 mm. o más	Barato, provee tecnología FBT
CWDM	2 - 16	20 mm.	Bajo costo de soluciones, comparado con DWDM
DWMD		0.8 o 16 mm.	Máximo 16 para soluciones pasivas. Más flexibilidad y funciones de gestión para soluciones activas.

Tabla 3. Tipos de WDM

Fuente: Redes ópticas, José Capmany

APLICACIONES DWDM

- Permite a los proveedores de servicios ofrecer cualquier tipo de tráfico de voz, datos y/o multimedia.

- El uso de DWDM permite a los propietarios de infraestructuras, reutilizar la fibra ya instalada de más capacidad, casi de manera inmediata.
- Transmisión simultáneamente 20 millones de conversaciones telefónicas, de datos o fax.

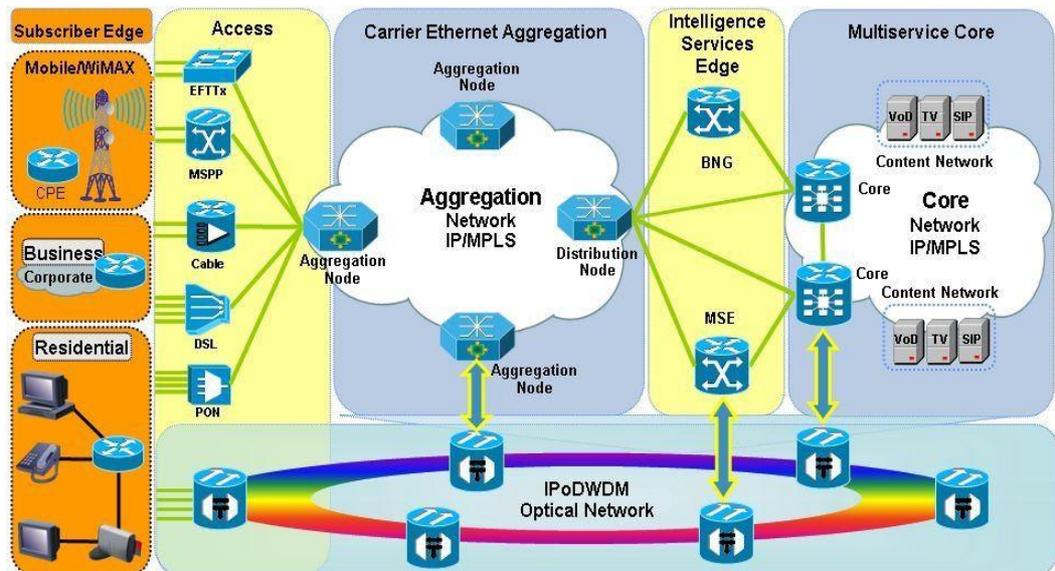


Figura 42. Tecnologías aplicadas a una Red Multiservicios

3.1.6. FORTALEZAS DE LA PLATAFORMA ACTUAL DE LA CNT EP A NIVEL NACIONAL.

BACKBONE

- La CNT EP es propietaria de la red de fibra óptica más grande a nivel nacional, con más de 10.000 Km instalados de la mejor calidad.
- La Fibra Monomodo y anillada, permite mayor calidad en la transmisión de datos y garantiza una alta disponibilidad en la red, incluye triple protección en el cable, chaquetas de seguridad y con alma de acero.
- La implementación se realiza a través de canalización subterránea propia, brindando mayor seguridad para garantizar el servicio.
- Implementación y operación conforme a estándares internacionales.

RED DE TRANSPORTE

- La tecnología implantada es de última generación con IP/MPLS TE y DWDM.
- La red nacional IP/MPLS TE de CNT EP es una red de última tecnología, implementada en su totalidad con tecnología CISCO.
- Capacidad en la red de Transporte de hasta 192 Lambdas
- Interfaces de conexión con capacidades de hasta 10 Gbps.

RED DE ACCESO

- Disposición de las tecnologías de acceso fija más avanzadas del Ecuador: ADSL2, GPON, G.SHDSL, WIMAX

CONECTIVIDAD INTERNACIONAL

- CNT EP posee nivel de TIER 2, por lo tanto la mejor conectividad internacional del país con una capacidad de transporte de datos internacional de 192 STM-1.
- CNT EP posee actualmente 5 salidas para conexión internacional:
- Tres cables submarinos (Cable Panamericano, Emergía y Américas 2).
- Dos cables terrestres (Telecom y Transnexa).

3.1.7. TRANSICIÓN DE LA CNT EP HACIA LA CONVERGENCIA DE SERVICIOS.

La convergencia es un fenómeno más amplio que la misma transformación de las redes. Se refiere a la aproximación y mezcla de tres sectores previamente separados: las telecomunicaciones, los contenidos y las tecnologías de la información / Internet. Este proceso no puede ser alcanzado simplemente introduciendo tecnología nueva, ya que si ésta no logra engranarse en el medio económico y social no podrá ser alcanzada.

3.1.7.1. Convergencia en Telecomunicaciones

- La OCDE (Organismo de Cooperación y Desarrollo Económico) define la convergencia como el proceso mediante el que las redes y servicios de comunicaciones, que anteriormente fueron consideradas por separado, comienzan a transformarse de modo que, diferentes plataformas de red soportan servicios similares de voz, audiovisual y transmisión de datos; diferentes terminales de usuario reciben servicios similares y se crean nuevos servicios.

- Para la International Telecommunication Union (ITU), convergencia es la capacidad tecnológica, de mercado o legal para integrar tecnologías anteriormente separadas.
- En su concepción más amplia, se entiende por convergencia las mejoras tecnológicas que permiten que sobre una única red se puedan ofrecer diferentes servicios, así como que un servicio se pueda proveer sobre diferentes tipos de redes.



Figura 43. Convergencia Digital

3.2. PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA RED DE CNT EP

La red de la corporación está en un proceso de reestructuración, cambio y fortalecimiento en la que se busca la interacción de tecnologías diferentes para la implantación de servicios de nueva generación. Como se puede observar en el gráfico la red de transporte residirá en DWDM, ATM, SDH y MPLS; siendo la columna vertebral de las telecomunicaciones en el país.

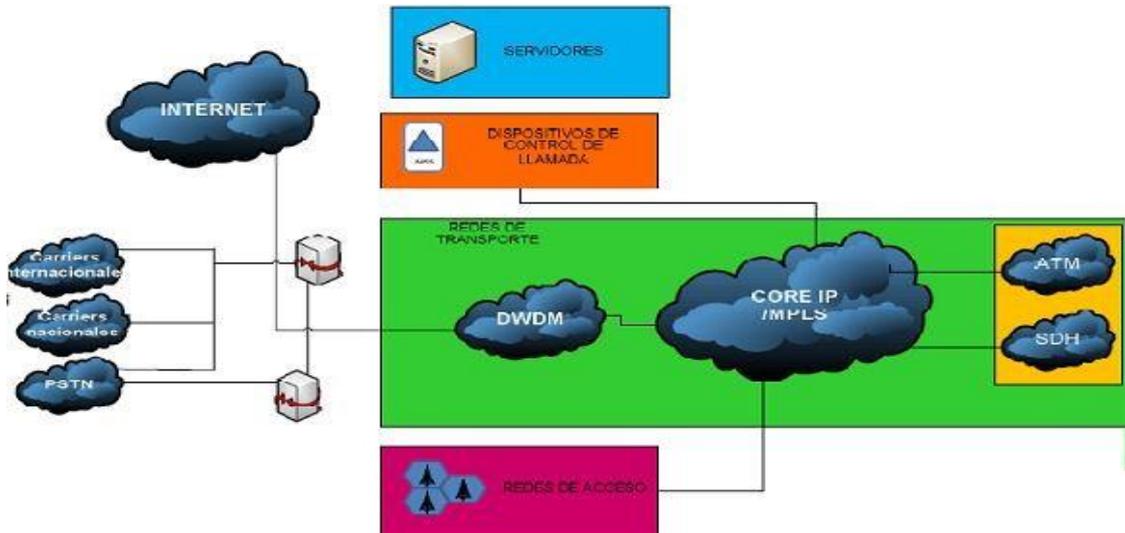


Figura 44. Crecimiento de la red

3.3. INFORMACIÓN DE LOS NODOS Y AMG'S (ACCESS MEDIA GATEWAY)

La ciudad de Riobamba posee lugares distribuidos en toda la ciudad llamados “nodos”, cada uno tiene su funcionalidad, algunos funcionan como mini centrales con números telefónicos virtuales y otros simplemente como AMGs, un punto en donde se concentran las fibras desde el nodo central y se distribuyen a los demás AMGs asociados.

3.3.1. NODOS QUE CONFORMAN LA RED DE ANILLOS PARA RIOBAMBA

NODOS	UBICACIÓN
Riobamba Norte	Calle Tungurahua y Av. Monseñor Leonidas Proaño
Riobamba Centro	Calle Veloz y Tarqui
Nodo Oriental	Calle Venezuela entre Colon y Espejo
Nodo Occidental	Col. Chiriboga Av. 9 de Octubre y Santa Isabel
Nodo Sur	Av. Leopoldo Freire entre Luxemburgo y Rey Kjavik
Nodo Media Luna	Av. Leonidas Proaño y Antonio Morga
Nodo Las Acacias	Entre Rio Marañón y Rio Jubones
Nodo ESPOCH	ESPOCH Av. Guayaquil y 11 de Noviembre
Nodo Colegio Riobamba	Col. Riobamba Av. La Prensa y Lizarzaburú

Tabla 4. Ubicación de nodos en la ciudad de Riobamba

El tráfico en los nodos de la ciudad se muestra en la siguiente tabla.

	Chambo	Rio-centro	Rio-norte	Nodo sur	Occidente	Lib. Popular	Puente Chibunga	Batan	Yaruquies	Suptel	El porvenir	San Rafael	Ciudadela Politécnica	Coop. Riobamba	La libertad	Hospital Policlínico	Total
Chambo		12															12
Rio-centro	12		18														30
Rio-norte		18		4	6	4	3	2	4	2	2	4	4	2	3	3	61
Nodo sur			4														4
N. Occidente			6														6
Lib. Popular			4														4
Puent Chibunga			3														3
Batan			2														2
Yaruquies			4														4
Suptel			2														2
El porvenir			2														2
San Rafael			4														4
Ciud- politécnica			4														4
Coop. Riobamba			2														2
La libertad			3														3
Hospital policlínico			3														3
TOTAL	12	30	61	4	6	4	3	2	4	2	2	4	4	2	3	3	146

Tabla 5. Información del Tráfico de voz y datos entre todos los nodos de la ciudad

3.3.2. INFRAESTRUCTURA DE LA CORPORACIÓN EN NODOS Y AMGs.

LOCALIDAD	EQUIPO DE CONMUTACIÓN EXISTENTE			DSLAM				ENERGÍA Y CLIMATIZACIÓN			MEDIO DE TRANSMISIÓN	
	MARCA	MODELO	AÑO DE INSTALACIÓN	MARCA	Modelo de Equipo DSLAM	TECNOLOGÍA (IP / ATM)	Puertos ADSL Instalados	CAPACIDAD DISPONIBLE EN DC	SISTEMA DE TIERRA Y VALOR	EQUIPOS Y CAPACIDAD DE CADA UNO AIRE ACONDICIONADO	FIBRA ÓPTICA / RADIO / SATELITE	DISPONIBLE DE TRANSMISIÓN E I S
CHAMBO	NEC 61 E	NEAX 61 E	1990	HUAWEI	MA5100	IP	64	520	1,5	4x60000	F.O	8
AMG.C.CHIRIBOGA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	60	78	3	1X12000	F.O	15
AMG.C.CISNEROS	SIEMENS	UA 5001	2009	HUAWEI	UA5000	IP	62	79	2	1X12000	F.O	IP
AMG.C.MALDONADO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	31	82	2	1X12000	F.O	IP
AMG.C.RIOBAMBA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	31	52	3	1X12000	F.O	
AMG.CERRO.NEGRO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	60	79	2	1X12000	F.O	IP
AMG.EL.BATAN	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	46	51	2	1X12000	F.O	18
AMG.EL.PORVENIR	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	30	37	3,2	1X12000	F.O	17
AMG.LA LIBERTAD	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	46	35	3	1X12000	F.O	16
AMG.LIBERACION	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	60	78	2,5	1X12000	F.O	15
AMG.M.ORIENTAL	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	77	35	2,8	1X12000	F.O	IP
AMG.MUJERES.CHI	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	31	82	2,8	1X12000	F.O	IP
AMG.NODO.SUR	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	61	73	2	1X12000	F.O	13
AMG.P.CHIBUNGA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	31	82	2	1X12000	F.O	17
AMG.PANADERIA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	62	78	1,5	1X12000	F.O	IP
AMG.PLAZA.DAVA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	24	35	3	1X12000	F.O	IP
AMG.POLICLINICO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	45	79	2	1X12000	F.O	16
AMG.POLITECNICA	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	59	80	2,5	1X12000	F.O	16
AMG.SAN.ANTONIO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	30	82	2	1X12000	F.O	IP
AMG.SAN.GERARDO	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	31	52	2	1X12000	F.O	IP
AMG.SAN.RAFEL	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	53	87	1,5	1X12000	F.O	15
AMG.SUPERTEL	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	45	52	1,6	1X12000	F.O	17
AMG.UNACH	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	IP	42	83	1,8	1X12000	F.O	IP
AMG.YARUQUIES	HUAWEI	UA 5000	2009	HUAWEI	UA5000	ATM	63	75	2	1X12000	F.O	14
COLEGIO RIOBAMBA	NODO			N.E			0					
RIOBAMBA CENTRO	NEC	NEAX-61E	1998	ALCATEL LUCENT	ALCATEL LUCENT/7300	ATM	1170	520	1,5	4X60000	F.O/RADIO	51
RIOBAMBA CENTRO	NEC	NEAX-61E	1998	ALCATEL LUCENT	ALCATEL LUCENT/7302	IP	1988	520	1,5	4X60000	F.O/RADIO	51
RIOBAMBA CENTRO	NEC	NEAX-61E	1998	HUAWEI	MA5600B3	IP	1744	520	1,5	4X60000	F.O/RADIO	51
RIOBAMBA NORTE	NEC	NEAX-61E	2002	ALCATEL LUCENT	ALCATEL LUCENT/7300	ATM	259	238	2,8	3X24000	F.O	39
RIOBAMBA NORTE	NEC	NEAX-61E	2002	HUAWEI	MA5600B3	IP	1468	238	2,8	3X24000	F.O	39
RIOBAMBA NORTE	NEC	NEAX-61E	2002	ZTE	ZTE/XDSL8426	IP	17	238	2,8	3X24000	F.O	39

Tabla 6. Información detallada de los equipos instalados en cada nodo

3.3.3. GRÁFICAS E INFORMACIÓN DE NODOS PRINCIPALES Y SU UBICACIÓN

Nodo Norte

Este nodo funciona como una central, los AMGs asociados todavía algunos no se encuentran conectados físicamente, ya que están en proceso de construcción.

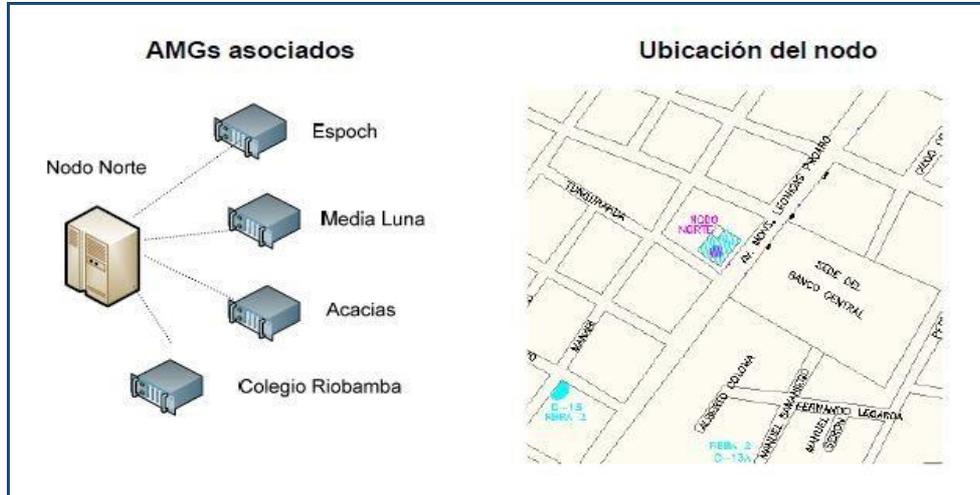


Figura 45. Información de Nodo Norte

Nodo Oriental

Este nodo presta cobertura a los barrios del sector y a lo largo de las vías hacia Guano y Penipe y a los barrios del sector, es el que más sitios agrupados tiene.

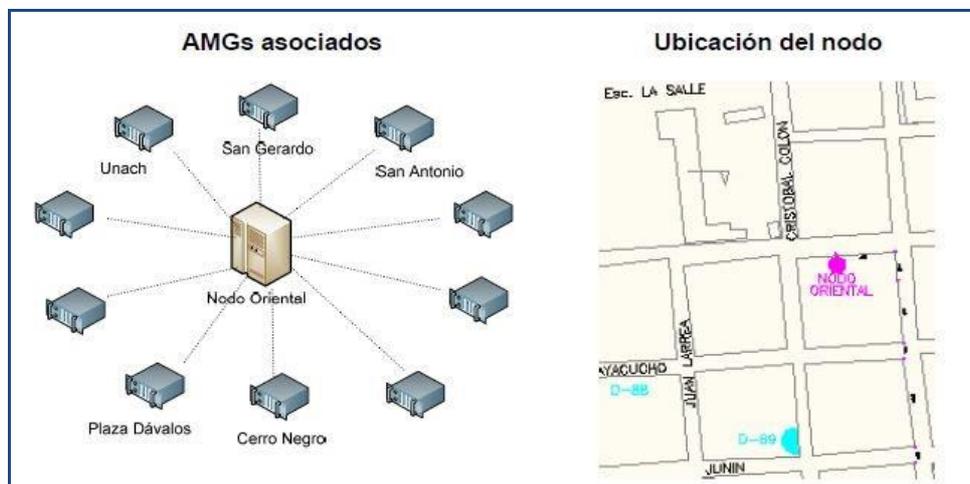


Figura 46. Información de Nodo Oriental

Nodo Occidental

Desde este sitio se distribuye la conexión a los barrios aledaños y a los lugares que se encuentran en el camino hacia Yaruquies y el Batán.



Figura 47. Información de Nodo Occidental

Nodo Sur

Este nodo provee servicio a los barrios de la vía a Chambo.

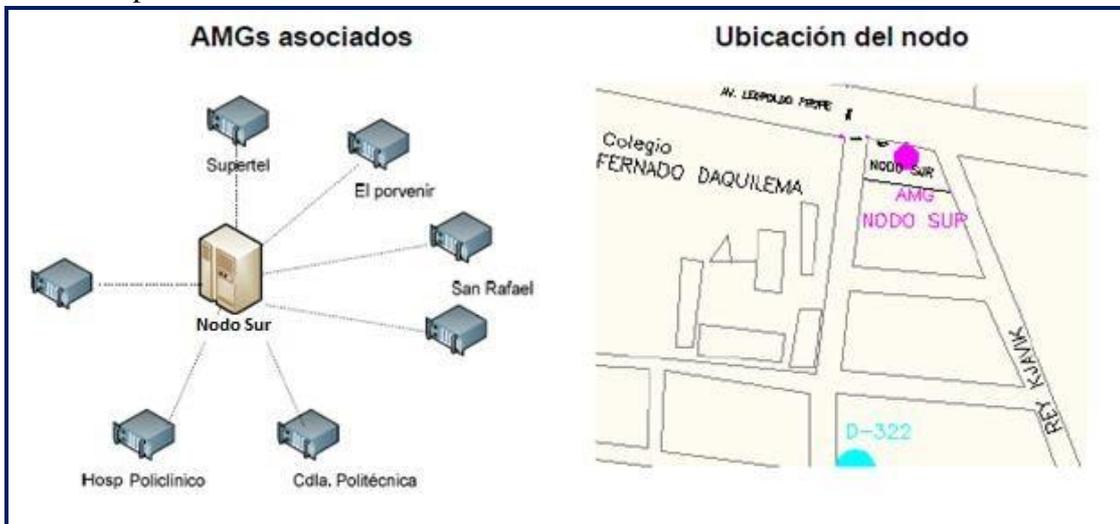


Figura 48. Información de Nodo Sur

3.3.4. DISPONIBILIDAD, PLANIMETRÍA Y OBRA CIVIL

A lo largo de la infraestructura de la empresa, existen pozos que oscilan entre 1.30 m y 2.00 m. de altura.

En cada uno de los pozos existen cables de fibras con su información respectiva como: cantidad de fibras, su origen y destino.

La nomenclatura para las canalizaciones es la siguiente:

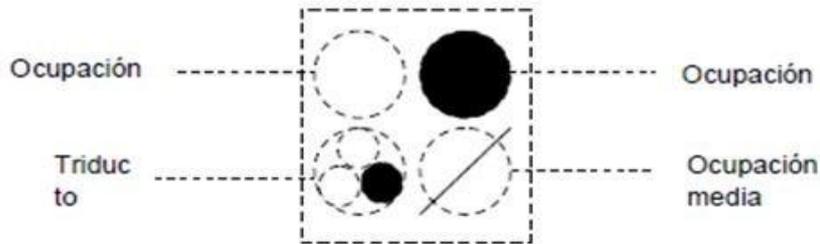


Figura 49. Nomenclatura para canalización de pozos en planos

En los pozos es posible encontrar ductos que pueden ser: biductos y triductos. Para poder saber el nivel de ocupación y para conocer si hay disponibilidad para que puedan ingresar nuevas fibras existe se respectiva nomenclatura:

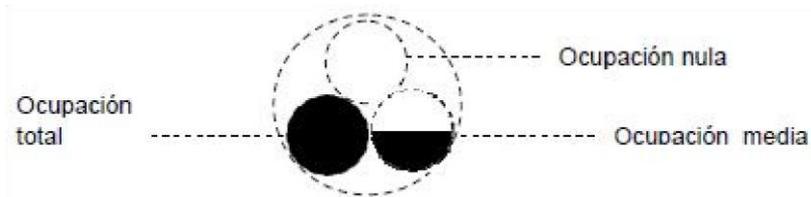


Figura 50. Nomenclatura de ocupación de ductos para planos

Cálculo del nivel de ocupación

Con la información obtenida e investigación en la visita a los pozos de la ciudad, es posible determinar un porcentaje referente al nivel de ocupación global.

Ocupación total = 0% **Ocupación nula = 6.76%** **Semiocupación = 93,23%**



Figura 51. Nivel de ocupación de pozos

CAPÍTULO IV

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.1. ALCANCE DEL PROYECTO

Debido a que este proyecto es parte del Plan de Inversiones anual de la Corporación, es necesario establecer lineamientos técnicos que se rijan a estándares de calidad nacionales e internacionales.

Con este análisis para la implementación de una sola Red de Servicios Integrados permitirá a la CNT EP brindar servicios de gran capacidad con interfaces necesarias para prestar todos los servicios de voz, datos y video.

4.2. BENEFICIOS DEL PROYECTO

Para los usuarios:

- Garantía de la disponibilidad de los servicios y de la calidad de los mismos.
- Reducción al mínimo de los inconvenientes creados por la pérdida del enlace.
- Mejoras en las velocidades de los servicios.
- En un futuro podrá gozar de paquetes de servicios convergentes.

Para la Corporación:

- Fortalecimiento del backbone para evitar denuncias, reclamos y quejas por parte de los usuarios.
- Preparación de la red para que esté lista cuando la provisión de servicios convergentes sea una realidad.
- Cumplimiento de los proyectos planificados para este año.
- Incremento de la capacidad.
- Mejoramiento de la imagen institucional.
- Competencia directa con empresas que brindan servicios independientes como Tv por cable, internet, etc.
- Seguridad en el transporte de datos con la implementación de VPNs basadas en MPLS, las cuales ofrecen conectividad virtual garantizando los LSP para cada usuario.
- Ingeniería de Tráfico para administrar y gestionar los enlaces por medio del balanceo de cargas en la red de core ya que los administradores de red pueden

reducir el número de saltos entre los puntos mejorando los tiempos de respuesta y el rendimiento de las aplicaciones, disminuyendo la congestión.

- Calidad de Servicio acorde a las necesidades de los clientes mediante la prioridad de las aplicaciones de tiempo real.
- Menores costos de administración y mantenimiento de la red debido a que bajo una sola infraestructura se operan varios servicios.

4.3. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

En el entorno competitivo en el que se desarrollan las empresas de Telecomunicaciones domina la importancia de las tecnologías de redes implementadas y desplegadas a lo largo de su cobertura para ofrecer a sus usuarios los servicios requeridos de la manera más óptima, por una parte para incrementar los ingresos y por otra para permanecer activos en este mercado con la visión de estar latentes a esa gran evolución tecnológica que es la integración de los servicios sobre una sola infraestructura de red que como base del núcleo está la implementación de MPLS.

4.3.1. ANÁLISIS DEL MERCADO

En la actualidad los proveedores de servicios de telecomunicaciones buscan tener una única red para soportar diversos tipos de servicios, con el fin de disminuir los costos debido a la unificación de redes y aumentar las ganancias al incrementar la flexibilidad de nuevos servicios. La aparición de la tecnología MPLS permite tener una red multiservicios en la que se puede transmitir servicios de voz, datos, acceso a Internet.

Toda red con el transcurso del tiempo debe permitir extender la capacidad y cobertura para cubrir el incremento demandado por parte de los usuarios; y el utilizar redes MPLS garantiza escalabilidad.

4.3.1.1. SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES A PRESTAR

Los servicios de telecomunicaciones, a prestar por las operadoras, que constituyen un servicio universal son: telefonía fija, telefonía móvil, servicio de valor agregado, servicio de datos, llamadas de emergencia, etc.

TELEFONÍA FIJA

AREA DE COBERTURA	Lineas principales				Lineas en Conmutación	Centrales y AMG's	Población *	Densidad Telefonica por Operadora(%)	Digitalización (%)
	Abonados	Servicio	Teléfonos Públicos	Total					
AZUAY**	25.697	75	0	25.772	30.401	7	210.850	12,22%	100,00%
BOLIVAR	16.628	57	127	16.812	19.537	13	184.440	9,12%	100,00%
CANAR	28.304	68	9	28.381	36.921	12	226.163	12,55%	100,00%
CARCHI	23.344	72	193	23.609	28.781	19	167.505	14,09%	100,00%
CHIMBORAZO	57.994	145	350	58.489	76.481	39	457.865	12,77%	100,00%
COTOPAXI	40.701	82	230	41.013	52.269	24	413.217	9,93%	100,00%
EL ORO	66.894	122	42	67.058	102.331	31	597.763	11,22%	100,00%
ESMERALDAS	41.689	85	300	42.074	57.658	25	528.190	7,97%	100,00%
GALÁPAGOS	8.123	48	2	8.173	11.923	2	23.210	35,21%	100,00%
GUAYAS	440.306	1.095	1.112	442.513	582.325	71	3.612.851	13,35%	100,00%
IMBABURA	57.312	151	304	57.767	73.023	33	406.977	14,19%	100,00%
LOJA	55.290	96	133	55.519	64.689	16	451.186	12,31%	100,00%
LOS RIOS	37.689	128	8	37.825	56.462	19	776.440	4,87%	100,00%
MANABI	85.467	195	53	85.715	112.591	17	1.362.003	6,29%	100,00%
MORONA SANTIAGO	18.095	56	25	18.176	25.685	6	149.825	12,13%	100,00%
NAPO	9.107	17	90	9.214	12.682	10	105.965	8,70%	100,00%
ORELLANA	8.529	14	41	8.584	11.629	8	140.937	6,09%	100,00%
PASTAZA	12.365	31	110	12.506	15.707	9	85.953	14,55%	100,00%
PICHINCHA	709.612	1.175	3.549	714.336	835.868	164	2.602.815	27,44%	100,00%
SANTA ELENA	21.835	62	26	21.923	28.051	3	304.526	7,20%	100,00%
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	46.521	108	127	46.756	57.942	22	370.608	12,62%	100,00%
SUCUMBIOS	13.406	52	102	13.560	19.621	24	178.300	7,61%	100,00%
TUNGURAHUA	76.367	68	432	76.867	95.303	19	508.340	15,12%	100,00%
ZAMORA CHINCHIPE	11.182	23	62	11.267	17.644	6	92.282	12,21%	100,00%
TOTAL	1.912.457	4.025	7.427	1.923.909	2.425.524	599	13.958.213	13,78%	100,00%

Tabla 7. Estadística de telefonía del año 2011

Fuente: www.supertel.gob.ec

La telefonía fija es un servicio final de telecomunicaciones que permite el intercambio bi-direccional de tráfico de voz en tiempo real, entre diferentes usuarios a través de una red de conmutación de circuitos.

Los datos de la telefonía fija prestada a nivel nacional hasta finales del 2011 por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP se muestran en la tabla No.7. y las estadísticas con relación a otras operadoras a nivel nacional se muestran en la siguiente grafica.

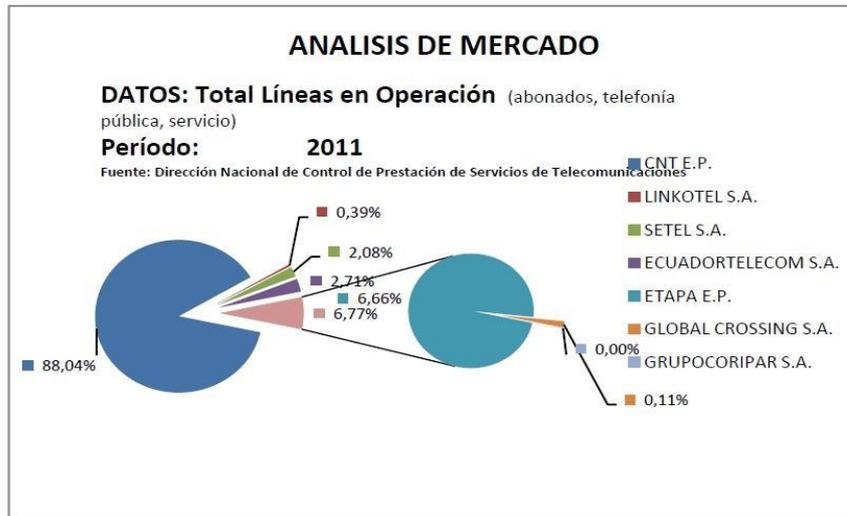


Figura 52. Telefonía de CNT EP con relación a otras operadoras nacionales

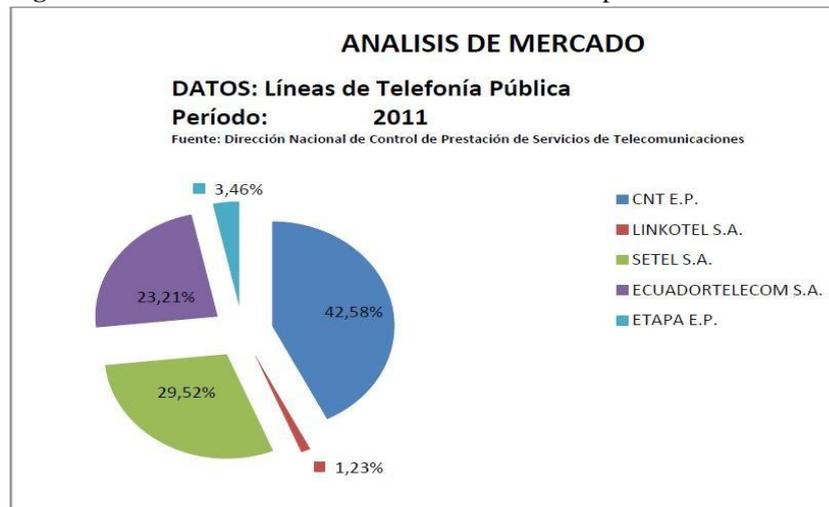


Figura 53. Porcentaje de mercado de la Telefonía.

Fuente: www.supertel.gob.ec

TELEFONÍA MÓVIL

La telefonía móvil celular es un servicio final por medio del cual se provee la capacidad completa para la comunicación entre suscriptores, así como su interconexión con los usuarios de la red telefónica pública y otras redes autorizadas.

Los sistemas de telefonía móvil celular son aquellos que permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente dentro de la zona de cobertura de un operador, es decir en lugares geográficos diferentes; estos sistemas constituyen grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferentes servicios, entre ellos:

Telefonía móvil, envío de mensajes cortos, datos, etc.

DATOS DE SERVICIO MÓVIL AVANZADO (SMA) AL MES DE DICIEMBRE DE 2011

CONECEL S.A.			CNT EP.			OTECEL S.A.		
LATU	LATP	TOTAL LA	LATU	LATP	TOTAL LA	LATU	LATP	TOTAL LA
11.022.574	36.651	11.059.225	263.165	40.203	303.368	4.477.473	36.401	4.513.874

Tabla 8. Estadística Servicio Móvil a diciembre de 2011.

LATU: Líneas Activas del SMA prestados a través de terminales de usuario **LATP:**

Líneas Activas del SMA prestados a través de terminales de uso público **TOTAL**

LA: Total de Líneas Activas del SMA del mes reportado.

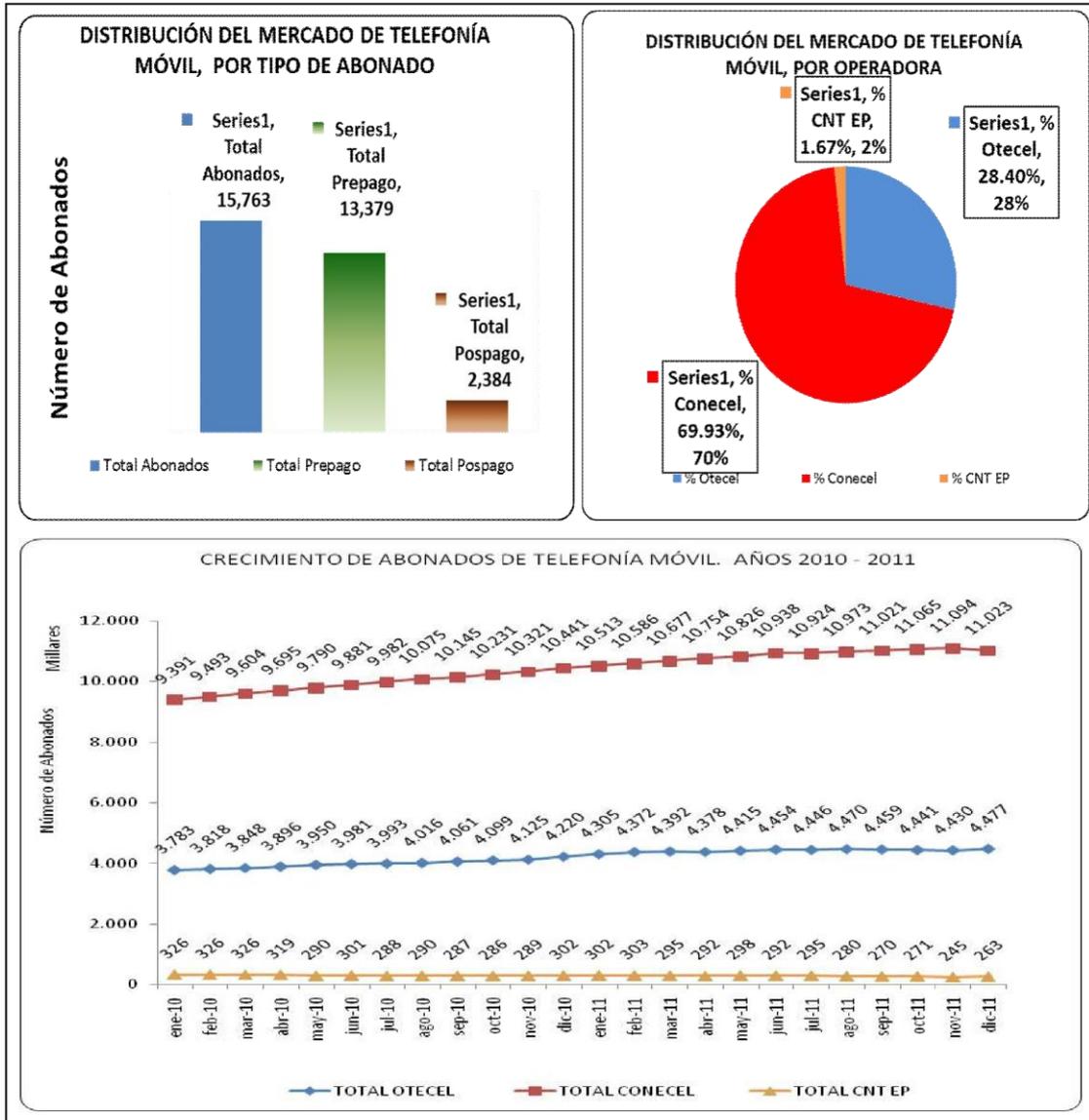


Figura 54. Estadísticas del mercado de la telefonía

SERVICIOS DE VALOR AGREGADO

Los servicios de valor agregado utilizan servicios finales de telecomunicaciones que permiten acceder a la red Internet e incorporan aplicaciones que permitan transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio total entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información.

Se considera a los servicios de conexión a Internet como de valor agregado; en tal sentido, los proveedores necesitan de un título habilitante que en este caso es un Permiso de Operación.

4.3.2. ESTUDIO DE LA OFERTA

La oferta se define como la cantidad de bienes o servicios que se ponen a la disposición del público consumidor en determinadas cantidades, precio, tiempo y lugar para que, en función de éstos, aquél los adquiera. En este caso la Corporación Nacional de Telecomunicaciones EP es la empresa de mayor importancia a nivel de telecomunicaciones en el país, pero existen otras empresas que ofrecen estos servicios sin ser estatales.

En el siguiente análisis se detallan las empresas más representativas en el mercado de telecomunicaciones y sus prestaciones en cada uno de los servicios.

▪ OPERADORAS QUE PRESTAN SERVICIOS PORTADORES

Las operadoras que ofrecen servicios portadores en el Ecuador con sus correspondientes números de abonados y de enlaces, se observan en la tabla 9.

Los servicios portadores son servicios que proveen al usuario una capacidad necesaria para el transporte de información, independientemente de su contenido y aplicación, entre dos o más puntos de una red de telecomunicaciones. Se pueden prestar bajo dos modalidades: redes conmutadas y redes no conmutadas.

Estos servicios ofrecen al usuario la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes, sonidos, voz e información de cualquier naturaleza entre puntos de terminación de red especificados, los cuales pueden ser proporcionados a través de redes públicas propias o de terceros, de transporte y de acceso, conmutadas o no conmutadas, físicas, ópticas y radioeléctricas tanto terrestre como espaciales.

SERVICIOS PORTADORES EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES EN ECUADOR					
No	OPERADORA	COBERTURA	NÚMERO DE USUARIOS	NÚMERO DE ENLACES	ACTUALIZADO
1	CELEC E.P.	TERRITORIO NACIONAL	23	291	31-Dec-11
2	CNT E.P. (ex-ANDINATEL y ex-PACIFICTEL)	TERRITORIO NACIONAL	344,900	354,426	31-Dec-11
3	CNT E.P. (EX-TELECSA)	TERRITORIO NACIONAL	1	511	31-Dec-11
4	CONECEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	162	1,257	31-Dec-11
5	ECUADORTELECOM S.A.	TERRITORIO NACIONAL	71,618	74,238	31-Dec-11
6	EL ROSADO S.A.	TERRITORIO NACIONAL	3	12	31-Dec-11
7	EMPRESA ELÉCTRICA CENTRO SUR C.A.	Provincia de Azuay, Cañar y Morona Santiago	2,602	2,602	31-Dec-11
8	ETAPA EP	Canton Cuenca	28	258	31-Jul-10
9	GILAUCO S.A.	TERRITORIO NACIONAL	7	93	31-Dec-11
10	GLOBAL CROSSING S.A.	TERRITORIO NACIONAL	813	3,683	31-Dec-11
11	GRUPO BRAVCO CIA. LTDA.	TERRITORIO NACIONAL	10	18	31-Dec-11
12	MEGADATOS S.A.	TERRITORIO NACIONAL	7,811	7,785	31-Dec-11

13	NEDETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	968	415	31-Dec-11
14	OTECCEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	195	475	31-Dec-11
15	PUNTONET S.A.	TERRITORIO NACIONAL	8,451	10,789	31-Dec-11
16	QUICKSAT S.A. **	TERRITORIO NACIONAL	0	0	31-Dec-09
16	SETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	1	305	31-Dec-11
17	SURATEL SA.	TERRITORIO NACIONAL	123,445	129,734	31-Dec-11
18	TELCONET S.A.	TERRITORIO NACIONAL	5,045	17,853	31-Dec-11
19	TELEHOLDING S.A.	TERRITORIO NACIONAL	19	109	31-Dec-11
20	TRANSNEXA S.A.	TERRITORIO NACIONAL	20	343	31-Dec-11
21	ZENIX S.A.	TERRITORIO NACIONAL	1,821	1,821	31-Dec-11
SUMA TOTAL			567,943	607,018	

Tabla 9. Empresas de Telecomunicaciones más representativas

Fuente: www.supertel.gob.ec

Análisis.- La CNT EP tiene el 60.73% de la de la población consumidora de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional, sufriendo un crecimiento considerable cada año.

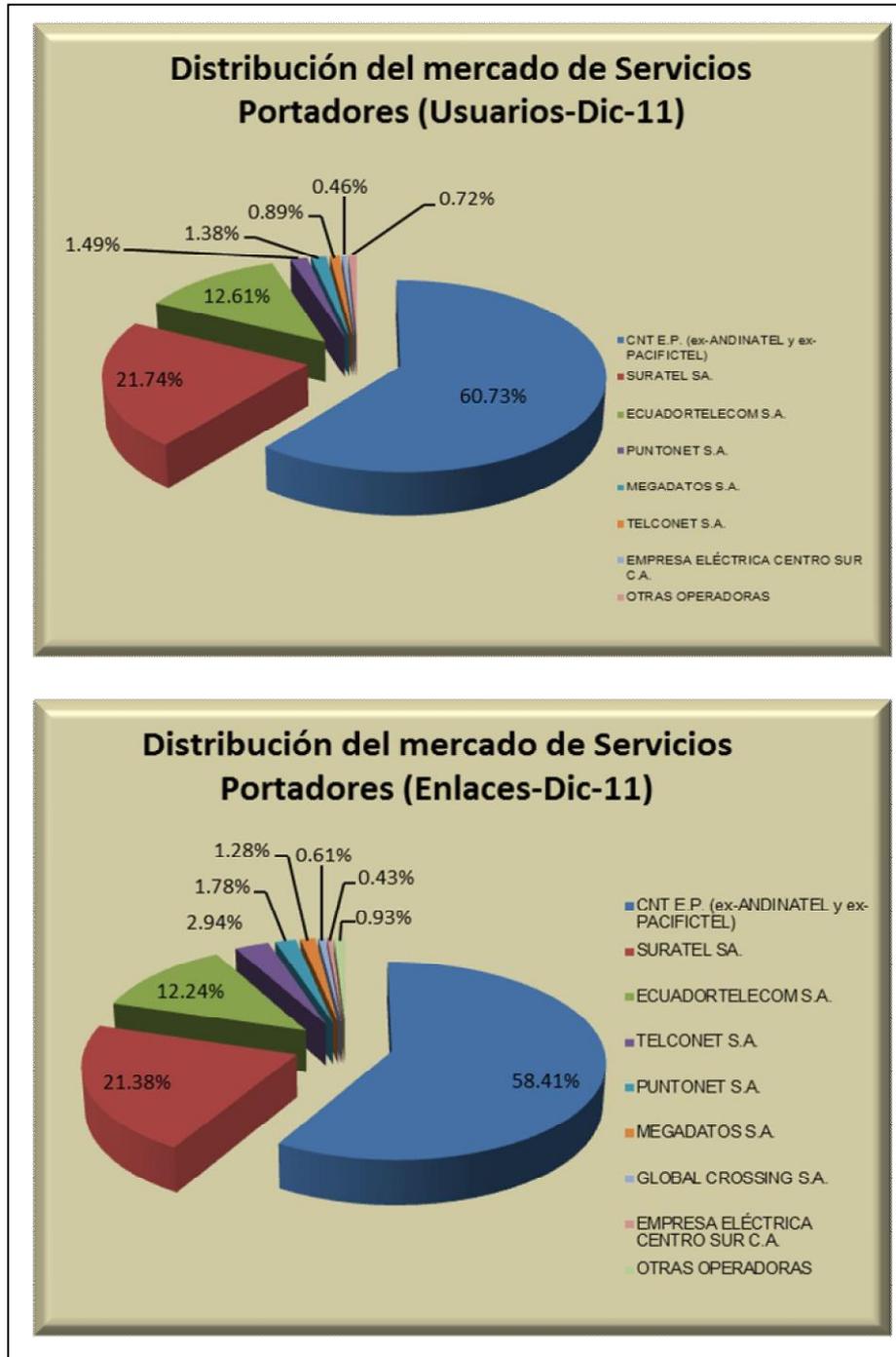


Figura 55. Distribución del mercado de Servicios de Portadores.

Fuente: www.supertel.gob.ec

4.4. ANÁLISIS DE ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO.

4.4.1. REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

La red de transmisión será a través de fibra óptica instalada en Riobamba. El análisis del presente proyecto debe incluir las siguientes actividades a ser consideradas:

- a. Estudio de la tecnología MPLS para la convergencia de servicios, de acuerdo a las necesidades de la ciudad.
- b. El estudio de la red basado en la topología y en las matrices de tráfico suministradas en las especificaciones técnicas, indicando los respectivos diagramas del anillo, las capacidades e interfaces de cada uno de los nodos y de cada una de las secciones entre nodos, los sistemas de protección.
- c. Especificaciones técnicas de los equipos MPLS para cada capa de funciones en la NGN.
- d. Presupuesto aproximado para la compra del material de instalación que requiera cada uno de los equipos suministrados y todo el sistema para la implementación adecuada (escaleras, herrajes, ODF, DDF, patch panels, Patchcords, etc.).
- f. Características técnicas y económicas de los equipos MPLS instalados en la Central y en los nodos respectivamente.
- g. Análisis de costos para equipos a nivel de otras capas.

4.4.2. CONSIDERACIONES PARA LA ADMINISTRACIÓN Y MONITOREO DE LA RED

Es fundamental realizar tareas de administración de red mediante mecanismos para la monitorización con el objetivo de estar al tanto del estado y recursos de la red garantizando la estabilidad y Calidad del Servicio.

En este análisis para un diseño futuro se propone la utilización del Sistema de Administración de red ROSA de Cisco, que además de gestionar los dispositivos de la plataforma de video permite controlar equipos de las demás capas de la red de esta manera

se registran las incidencias ocurridas para una respuesta inmediata a través de funciones de control del tráfico nodal, restricciones, administración de encolamiento y planificación.

En cuanto a VoIP el Cisco Voice Manager ofrece las mismas ventajas para la administración de los recursos de voz. Estos dos sistemas también proporcionan una interfaz gráfica amigable por medio de señales de alerta con alarmas sonoras que son visibles para el administrador facilitando informes históricos para la planificación de la capacidad y gestión de los recursos.

En cuanto a la administración del backbone, al contar con MPLS se facilita la gestión de la red ya que se tiene en una sola tecnología el nivel de enlace de los datos con el nivel de red, además la información que proporciona MPLS sobre los túneles LSP, VPNs, rutas para la Ingeniería de Tráfico permiten priorizar el tráfico de acuerdo a las aplicaciones que requiere el usuario.

Monitoreo de enlaces.

Los enlaces y sus funciones como latencia, estado up o down y demás pueden ser monitoreados por varios programas como waths up gold e incluso Cisco Manager entrega programas propios de la empresa que mediante el camino de SNMP puede obtener datos remotamente.

Funciones de Administración y Soporte O&M

Para la administración y soporte técnico de la red se deberá tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a. Interfaz del enlace de gestión de datos que permita la conexión de los elementos de red (NE) al sistema de administración, preferiblemente con conector RJ45.
- b. Interfaz de gestión local, que permitirá la conexión con un PC portátil para configuración y mantenimiento de los equipos, preferiblemente con las siguientes características: RS232 DCE con conector DB9, Interfaz Ethernet con conector RJ45.

- c. Acceso remoto para la administración, a través de: Canales DCC.
- d. Alarmas de salida de contacto seco para proveer las siguientes señales dentro del nodo:
Alarma crítica, Alarma mayor, Alarma menor. Y puedan ser detectadas por el sistema de monitoreo.

4.4.3. SERVICIOS A PRESTAR A TRAVÉS DE LA RED MULTISERVICIOS

4.4.3.1. TRIPLE PLAY

El Triple Play es la convergencia de los medios a través de una misma red y medio de comunicación. Se define como la transmisión de servicios de voz, Banda ancha y audiovisuales, ya sean canales de TV y pago por visión (PPV), por un mismo medio físico.

En Triple Play la conexión se basa en paquetes IP para todos los servicios, sobre una red de próxima generación NGN; es decir los servicios de voz, video y datos son transmitidos a través de internet.

Servicio Telefónico: Se utiliza la tecnología VoIP, la cual permite la transmisión de la voz en forma digital a través del protocolo de Internet (IP), en forma de paquetes de datos, en lugar de ser transportados a través de la red telefónica convencional.

Servicio De Datos: Los datos en una red basada en IP son enviados en paquetes o datagramas; sin ser necesaria ninguna configuración antes de que un equipo envíe paquetes a otro equipo desconocido.

Servicio De Video: Para el servicio de video, se utiliza la tecnología IPTV (Televisión IP) es el sistema de distribución de señales de televisión/video.

4.4.3.2. CUADRUPLE PLAY

Es un término de marketing que combina el triple play de servicios de acceso a Internet de banda ancha, televisión y teléfono con prestaciones de servicios Wifi.

Prestaciones de servicios móviles, se refiere en parte a la capacidad de los abonados para comprar teléfonos móviles como los servicios. También refleja la ambición de acceso inalámbrico a prestar servicios incluyendo voz, Internet y el contenido de video sobre la marcha y sin ataduras a la red a través de cables.

Televigilancia

Este término se refiere a vigilar por Internet mediante cámaras de vigilancia o cámaras de seguridad, servidores web de video, grabador digital, cualquier lugar que necesite supervisión sin presencia.

Un sistema completo de Vigilancia remota a distancia por Internet, no necesita un ordenador para transmisión de imágenes y sonido a través de Internet, tampoco para su visualización. Hoy en día sirve cualquier teléfono Móvil, PDA, Televisor con un decodificador o cualquier ordenador conectado a Internet.

Proveedor de servicios de internet (ASP)

Es una empresa que ofrece servicios de computación a sus clientes a través de una red. El objetivo es el de facilitar el acceso a un programa de aplicación (tales como gestión de relaciones con clientes), vía un protocolo estándar como HTTP.

A través del modelo ASP, la complejidad y los costes para las empresas pequeñas para adquirir de dicho software se pueden reducir.

Webhosting

El alojamiento web (en inglés *web hosting*) es el servicio que provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido accesible vía Web.

4.4.3.3. REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA NECESARIA PARA PRESTAR LOS MULTISERVICIOS.

Para ofrecer servicios Triple Play el ancho de banda necesario se detalla a continuación:

- **Video:** IPTV se basa en el estándar DVB IPI (Digital Video Broadcast IP Infrastructure) que determina a MPEG-4 (Moving Picture Experts Group 4) como el formato de compresión de las señales de video, éste define una tasa de bits no inferior a 1Mbps (cantidad de datos para representar óptimamente una señal de video) que puede variar dependiendo de la calidad de video y puede ser mayor. El ancho de banda requerido para un canal SDTV (Standard Definition Televisión) está entre 1 y 2 Mbps, en base al formato MPEG-4 y la calidad de video mientras que un canal HDTV (High Definition Televisión) ocupa un ancho de banda entre 7 y 8 Mbps, utilizando también MPEG-4 pero su calidad de video es superior.

- **Internet:** Como se mencionó anteriormente la capacidad necesaria únicamente para la transmisión de video debe ser mayor a 1 Mbps, a esta capacidad hay que añadirle el ancho de banda para la conexión a Internet que como mínimo se requiere de 1Mbps para el soporte de otras aplicaciones de nueva generación que requieren tasas de acceso altas. Además este ancho de banda debe ser mayor a las bases requeridas ya que la conexión de acceso debe soportar múltiples canales de video simultáneo ya que se parte de la idea de que en cada hogar hay un promedio de 2 receptores, por esta razón se toma dos flujos de video para un plan básico.

- **Voz:** Se propone utilizar el estándar G.729¹⁷, en el que se basa la VoIP, que define una velocidad de transmisión de 8kbps con la menor tasa de bits y permite ahorro de ancho de banda del canal. Para un circuito de voz se utiliza la calculadora web que resuelve los ancho de banda IP en función del número de enlaces, este caso para un circuito de voz es necesario 24kbps y se muestra en la figura .

¹⁷ **G.729** es un algoritmo de compresión de datos de audio para voz

Figura 56. Calculadora Erlang

FUENTE: <http://www.erlang.com/calculator/lipb/>

4.4.4. ANÁLISIS TÉCNICO DE LA RED.

El buen funcionamiento y éxito de una red depende de la disposición en capas, basadas en modelos jerárquicos, para aprovechar las ventajas de modularidad a medida en que la red crece. Para el caso de una red de backbone es necesario asignar tareas específicas a los dispositivos de conmutación y enrutamiento para tener la diferenciación entre el acceso, borde y núcleo para operar y mantener a la red multiservicios.

La asignación de las tareas a los equipos de conmutación y enrutamiento se basa específicamente en la división de las funciones de concentración y de backbone.

A continuación se indican las tareas que deben cumplir los equipos del núcleo:

1. EQUIPOS DE CONCENTRACIÓN:

Los switches o routers de concentración proporcionan el acceso de los clientes a la red ya sea con enlaces compartidos o dedicados. Estos equipos tienden a soportar números elevados de puertos y deben ofrecer prestaciones adicionales como ACLs y QoS además son utilizados también en el borde de la red.

Las características de estos equipos son:

- Escalabilidad y alto ancho de banda para el soporte de nuevas aplicaciones.
- Alta densidad de puertos para satisfacer el crecimiento del número de clientes.
- Procesador optimizado para gestionar agregaciones de tráfico de gran volumen y nuevas funcionalidades de software.
- Prestaciones adicionales al enrutamiento de paquetes de alta velocidad: Redes Privadas Virtuales, seguridad con Listas de Acceso extendidas, Firewalls, Calidad de Servicio y soporte multicast.

2. EQUIPOS DE BACKBONE:

Deben proporcionar el transporte eficaz entre los nodos de la red mediante el envío de paquetes a gran velocidad de un dominio a otro con el objeto de alcanzar las mayores tasas de transmisión sobre las interfaces más rápidas y disponibles, conmutando los paquetes tan rápido como sea posible, estos equipos deben ser de alta velocidad y gran rendimiento.

Los equipos de backbone no necesitan conocer las redes individuales del nivel de acceso, ésta función la realizan los routers o switches de concentración que luego de conocer los destinos y sumarizar las rutas las anuncian a los routers de backbone.

Al distribuir a los equipos en funciones de concentración o de backbone la configuración de los routers de core puede permanecer estable y no verse afectada cuando se añaden o eliminan clientes individuales de los routers de concentración, o cuando clientes individuales contratan servicios de valor agregado.

Otras de las consideraciones iniciales es la topología de la red a analizar en caso de diseñar, la ideal sería aquella que brinde alta conectividad entre todos los dispositivos de red, una red mallada, que si en verdad tiene muchas ventajas los costos de administración y mantenimiento hacen desistir a las empresas de Telecomunicaciones.

En la práctica la topología más flexible es la de estrella en la que cada nodo se enlaza con los proveedores de tránsito con la facilidad de ir mallando la red en función de la utilización de los enlaces y las necesidades cambiantes de los clientes. Además se deben tener habilitados enlaces redundantes y sobredimensionados para proteger a la red frente a la caída o saturación de los enlaces principales y hacer frente al crecimiento del tráfico para soportar los requerimientos más exigentes.

4.4.4.1 CARACTERÍSTICAS QUE DEBERÍA TENER EL BACKBONE MPLS

El diseño de la red de backbone debería ser lo suficientemente escalable y flexible con una alta capacidad de transporte utilizando en la medida de lo posible la infraestructura actual de la CNT EP con la finalidad de ofrecer mayores prestaciones como:

- Redundancia de los enlaces principales para aumentar la disponibilidad de la red y tolerancia a fallas.
- Alta capacidad de transporte para el soporte de servicios de voz, datos y video.
- Posibilidad de ofrecer servicios de VPN sobre MPLS para la transmisión de servicios Triple Play o servicio integrados.
- Garantizar el crecimiento futuro, el diseño de red utiliza equipos que soportan IPv6 para facilitar la expansión de la red.
- La red brindará Calidad de Servicio y Servicios Diferenciados para mantener niveles de servicio según la aplicación requerida.
- Supervisión de red única la que permite disminuir costos de operación y mantenimiento.

4.4.4.2. ARQUITECTURA Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPAMIENTO

Equipamiento “Carrier Class”

Todo el equipamiento de telecomunicaciones debe ser de última tecnología, totalmente nuevo y del tipo “Carrier Class” y por tanto debe tener las siguientes funcionalidades y configuración:

- a. Potencia de entrada dual de -48V DC, 110 VCA
- b. Total redundancia de las fuentes de potencia.
- c. Redundancia total de las tarjetas comunes.
- d. Todos los módulos y tarjetas deben intercambiarse en funcionamiento o en caliente.
- e. Todos los módulos de software deben actualizarse en servicio.
- f. El equipamiento no debe tener un único punto de falla que afecte el tráfico.
- g. La disponibilidad total de cada pieza de los elementos de red (incluyendo hardware, software, potencia) debe ser mejor que el 99,999%.

Vida útil del equipamiento

Todo el equipamiento propuesto debe estar en capacidad de operar sin degradación del servicio y bajo condiciones ambientales de operación normales, por un mínimo de 15 años.

SURVEY (visita técnica)

Se realizó un Surrey (visita técnica), que permitió comprobar la infraestructura existente en cada uno de los nodos de la red. Se recomienda poner atención a la falta o no de capacidad suficiente de: espacio físico, energía, climatización, sistemas de tierra, sistema de protección y seguridad, escalerilla, ODF, DDF, etc.

Requisitos que deben poseer los equipos después de su instalación

- a. Para poder realizar la instalación de equipos faltantes en los nodos se debe suministrar el material que requiera cada uno de los estos y todo el sistema para la implementación adecuada (escalerillas, herrajes, ODF, DDF, Patch panels, Patch cords, caja de distribución DC, breakers, etc.).
- b. Se debe instalar ODF de servicios las interfaces ópticas MPLS, mismos que serán instalados por separado con conectores LC/PC, preconectorizados, cuyo cableado hacia el equipo debe realizarse con cable multi fibra.

- c. Se debe incluir el cableado y conectorización de todas las interfaces hacia DDF y patch panel de servicios.
- d. Los DDF para los servicios E1s, E3/DS3 deben ser instalados con conectores tipo BNC y punto de monitoreo.
- e. Los Patch panel para los servicios Fast Ethernet deben ser instalados con conectores RJ-45 mínimo con Cat. 5e.
- f. Todos los bastidores deben estar aterrizados, incluidos aquellos destinados a DDF, ODF y patch panels.
- g. Adicionalmente a todo lo solicitado en estas especificaciones, se debe suministrar patch cords dúplex para todos los puertos ópticas de las tarjetas suministradas.

Consumo de Energía

La alimentación de energía de los equipos NG MPLS aparte de la línea principal deberá tener redundancia, y se suministrara desde equipos rectificadores, UPS, revertidores y baterías que serán proporcionados por la CNT EP.

Garantías Técnicas

El fabricante, para asegurar la calidad de los equipos y materiales que suministran (independientemente de su origen), y principalmente del servicio que se presta a través de ellos, deben presentar una garantía técnica otorgada por ambos, la que se mantendrá vigente hasta un (1) año después de la entrega recepción definitiva.

4.5. SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA LA IMPLEMENTACION EN LA RED MPLS.

Analizaremos las características de los equipos que se encuentran instalados en la Corporación y aquellos que se debe adquirir para implementarse en la red MPLS. Los equipos seleccionados serán aquellos que cumplan con las especificaciones planteadas y que tengan un mejor rendimiento y aspecto económico.

4.5.1. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CORE

4.5.1.1 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS LSR

Entre los requerimientos más importantes que deben cumplir los equipos con funcionalidad de LSR son las que se indican a continuación:

- Soporte de MPLS y funcionalidad de VPN.
- Interfaces Gigabit Ethernet y fibra óptica.
- Modulares para la escalabilidad de la red.
- Soporte de protocolos de capa 2 como VLAN Trunk Protocol (VTP), IEEE 802.1q.
- Soporte de protocolos de enrutamiento como OSPF, IS-IS, BGPv4 y soporte de IPv6.
- Al ser una tecnología abierta estos equipos deben soportar cualquier protocolo de señalización como RSVP o LDP.

4.5.1.2 REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS LER

Los equipos que desempeñan la funcionalidad de LER deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Interfaces Gigabit Ethernet y fibra óptica.
- Soportar MPLS, VRF (VPN Routing and Forwarding) y QoS.
- Protocolos de enrutamiento principalmente OSPF, IS-IS, BGP, IGMP y multidifusión.
- Soportar MPLS/VPNs
- Flexibilidad en módulos para cubrir las futuras demandas.

4.5.1.3. REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DE LA CAPA DISTRIBUCIÓN

- Capacidad de manejo de enlaces de gran capacidad ▪ Manejo del protocolo Spanning Tree.
- Manejo de puertos alta velocidad.
- Manejo de puertos con mayor alcance.

4.5.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA CAPA ACCESO

Los equipos de la capa acceso, serán aquellos que permitan la interconexión de los clientes con la red, y que dispongan de gran capacidad de puertos entre sus características importantes.

- Ser administrables
- Manejar el protocolo Spanning Tree
- Permitir realizar el control de ancho de banda por puerto
- Tener variedad de puertos tanto para manejo de Ethernet como de puertos Gigabit.
- Facilidades de operación en capa 2 y capa 3
- Bajo consumo de potencia
- Manejo de gran cantidad de direcciones Mac
- Manejo de VLANS
- Manejo de puertos tanto en half como en full dúplex.

4.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS ACTUALMENTE EN EL BACKBONE DE LA CORPORACIÓN.

- CISCO 7609-S



Figura 57. Cisco 7609-S

Fuente: www.cisco.com

General	
Tipo de dispositivo	Encaminador – con Cisco Catalyst 6500 Series/7600 Series Supervisor Engine 720-3B
Tipo incluido	Montaje en rack – modular – 21U
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Rendimiento	Enrutamiento Ipv4 : 400 Mbps Enrutamiento Ipv6 : 200 Mbps Capacidad de conmutación : 720 Gbps
Capacidad	Entradas NetFlow : 128000 Rutas Ipv4 : 256000 Rutas Ipv6 : 128000
Tamaño de tabla de dirección MAC	64K de entradas

Red / Protocolo de transporte	TCP/IP, ICMP/IP
Protocolo de direccionamiento	OSPF, RIP, BGP-4, IS-IS, IGMP, PIM-SM, PIM-DM
Características	Conmutación Layer 3, conmutación Layer 2, asignación dirección dinámica IP, soporte de DHCP, soporte de MPLS, soporte VLAN, snooping IGMP, limitación de tráfico, prevención contra ataque de DoS (denegación de servicio), soporte de Access Control List (ACL), Quality of Service (QoS), MPLS VPN
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1x
Memoria RAM	1 GB
Expansión / Conectividad	
Interfaces	1 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T – RJ-45 Administración : 1 x consola – RJ-45 2 x SFP (mini-GBIC)
Ranura(s) de expansión	3 (total) / 2 (libre) x Tarjeta CompactFlash – tipo II 9 (total) / 8 (libre) x Ranura de expansión
Cantidad de módulos instalados (máx.)	1 (instalados) / 9 (máx.)
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación – conectable en caliente / redundante – módulo de inserción
Cantidad instalada	1 (instalados) / 2 (máx.)
Diverso	

Anchura	43.1 cm
Profundidad	53.3 cm
Altura	93.3 cm
Peso	54.9 kg
Kit de montaje en bastidor	Incluido
Cumplimiento de normas	NEBS nivel 3, certificado FCC Clase A, CISPR 22 Class A, EN 60950, EN 61000-3-2, VCCI Class A ITE, IEC 60950, EN 61000-3-3, EN55024, EN55022 Class A, UL 60950, EN50082-1, AS/NZ 3548 Class A, FCC Part 15, CSA C22.2 No. 60950-00, ICES-003
	Class A
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	40 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	10 – 85%

Tabla 10. Características Técnicas de Cisco 7906-S

Fuente: www.cisco.com

▪ **CISCO ME 3400E SERIES.**



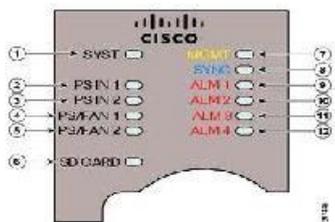
Figura 58. Switche 3400E
Fuente: www.cisco.com

General	
Tipo de dispositivo	Conmutador - 24 puertos - Gestionado
Tipo incluido	Sobremesa - 1U
Puertos	24 x 10/100 + 2 x Gigabit SFP combinado
Tamaño de tabla de dirección MAC	8K de entradas
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Método de autenticación	Kerberos, Secure Shell (SSH), RADIUS, TACACS+
Características	Soporte de DHCP, soporte VLAN, snooping IGMP, soporte de Trivial File Transfer Protocol (TFTP), Quality of Service (QoS), Compatible con DOM (Digital Optical Monitoring)
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.3ah
Memoria RAM	128 MB
Memoria Flash	32 MB Flash
Indicadores de estado	Actividad de enlace, tinta OK, estado
Expansión / Conectividad	

Interfaces	24 x 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 2 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 1 x consola - RJ-45 - gestión 1 x 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 - gestión 2 x SFP (mini-GBIC)
Alimentación	
Dispositivo de alimentación	Fuente de alimentación - conectable en caliente / redundante - módulo de inserción
Cantidad instalada	0 (instalados) / 2 (máx.)
Redundancia de alimentación	Opcional
Esquema de redundancia de alimentación	1+1 (con fuente de alimentación opcional)
Diverso	
Anchura	44.5 cm
Profundidad	23.6 cm
Altura	4.5 cm
Peso	2.9 kg
Cumplimiento de normas	CE, VCCI Class A ITE, EN55024, EN55022 Class A, EN300-386, UL 60950-1, EN 60950-1, FCC Part 15 A
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	10 - 85%

Tabla 11. Características Técnicas de Switche Cisco 3400EFuente: www.cisco.com

▪ CISCO ME 3800X SERIES

**Figura 59.** Router 3800XFuente: www.cisco.com

General	
Tipo de dispositivo	Encaminador
Tipo incluido	Sobremesa - 1U
Tecnología de conectividad	Cableado
Protocolo de interconexión de datos	Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet
Red / Protocolo de transporte	L2TP
Protocolo de direccionamiento	OSPF, IS-IS, BGP, VRRP, PIM-SM, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático
Protocolo de gestión remota	SNMP 1, SNMP 2, SNMP 3
Método de autenticación	Secure Shell (SSH), TACACS+
Características	Soporte de MPLS, snooping IGMP, Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ), admite Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), admite Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP), Quality of Service (QoS)

Cumplimiento de normas	IEEE 802.3u, IEEE 802.3i, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1s, IEEE 802.1ad, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ag
Indicadores de estado	Estado puerto
Expansión / Conectividad	
Interfaces	Administración : consola - RJ-45 Administración : 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 24 x SFP (mini-GBIC) 2 x SFP+
Diverso	
Anchura	44.5 cm
Profundidad	51.6 cm
Altura	4.4 cm
Peso	6.6 kg
Cumplimiento de normas	CE, TUV GS, VCCI Class A ITE, EN55024, EN55022 Class A, CCC, FCC Part 15, EN300-386, UL 60950-1, KCC
Parámetros de entorno	
Temperatura mínima de funcionamiento	0 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	50 °C
Ámbito de humedad de funcionamiento	5 - 95% (non-condensing)

Tabla 12. Características Técnicas de Router Switche Cisco 3800X

Fuente: www.cisco.com

Los equipos detallados anteriormente están instalados en la Central de la Corporación, y trabajan específicamente en el backbone capa 2 y 3, adicional a estos existen en los racks ODF, Sistemas de energía, Patch panel y demás instrumentos que en conjunto transportan la información hacia los nodos de la ciudad donde tenemos los switches y router de de distribución y acceso de tipo Cisco descritos.

4.5.4. IMPLEMENTACIÓN A NIVEL DE OTRAS CAPAS

Para ofrecer los servicios Triple Play además de incorporar la tecnología MPLS e incrementar la capacidad del backbone es necesario realizar otras implementaciones tanto a nivel de capas superiores como capas inferiores para ofrecer los servicios de voz y video.

4.5.4.1 Servicios de VoIP e Interconexión con la red PSTN

En el figura 60. se puede apreciar la escalabilidad y flexibilidad que presenta una solución Cisco AS 5300 de clase portadora denominándose AccessPath VS3 que podría tener hasta 2.520 Interfaces T1/E1 digitales.



Figura 60. Solución apilable del AS 5300

En cuanto a la interoperabilidad, Cisco también ha introducido el soporte para el protocolo Open Settlements Protocol, un estándar que se está desarrollando para facilitar el intercambio de tráfico de VoIP entre operadores de redes.

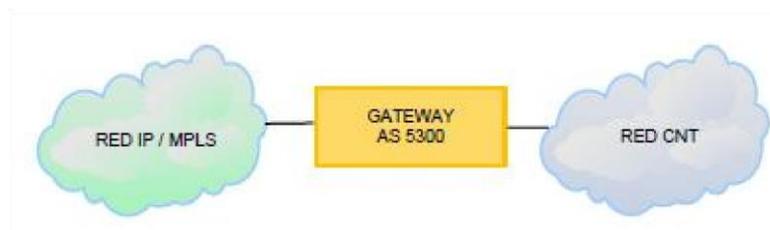


Figura 61. Interconexión de la red IP/MPLS de CNT EP.

En cuanto a la provisión de servicios de voz para los usuarios ADSL el tráfico generado se dirige a un MSAG o gateway multiservicios (posibilita el enrutamiento Triple Play) el cual enruta al Softswitch en caso de una llamada convencional o la dirige al ruteador de borde de CNT EP si se trata de clientes corporativos con VoIP.

▪ **Ejemplo de procedimiento para establecer una llamada** Si el cliente realiza una llamada, se ejecutan los siguientes pasos:

1. El cliente descuelga el teléfono y marca el número de teléfono del destinatario. Esta llamada le llega al Media Gateway (AS 5300 o MSAG).
2. El Media Gateway notifica al Softswitch de que una llamada está en camino.
3. El Softswitch busca en su base de datos el número de teléfono del destinatario para saber su dirección IP y número de puerto. Entonces busca el Media Gateway del destinatario y le envía un mensaje para indicarle que le está llegando una llamada.
4. El Media Gateway del destinatario abre una sesión RTP (Real Time Protocol) cuando el usuario descuelga y se inicia la conversación.

4.5.4.2. CISCO VOICE MANAGER

Es una aplicación para la gestión de las redes de VoIP basada en web que permite la configuración y monitoreo de los gateways de voz de Cisco. Con esta herramienta los administradores pueden implementar planes de acceso telefónico, control de los parámetros y calidad de las llamadas en tiempo real.

El AS 5300 ofrece un completo conjunto de variables SNMP (Simple Network Management Protocol), MIB (Management Information Base) generales y específicas de voz. El Cisco Voice Manager detecta automáticamente los productos con soporte para voz y es ideal para gestionar un máximo de 50 gateways en redes grandes, medianas o pequeñas.

4.5.4.3. PLATAFORMA DE VIDEO Y CONTENIDO

Para la implementación de una plataforma de video y contenido se puede adoptar el modelo “Operador de servicios de video”, consiste en que el operador de la red despliega la infraestructura necesaria para proveer el servicio más no la generación del contenido.

Dentro de la plataforma de video se encuentran equipos para adquirir, procesar, codificar y administrar el contenido de video que luego será distribuido por el backbone MPLS y posteriormente encaminado hacia el usuario final.

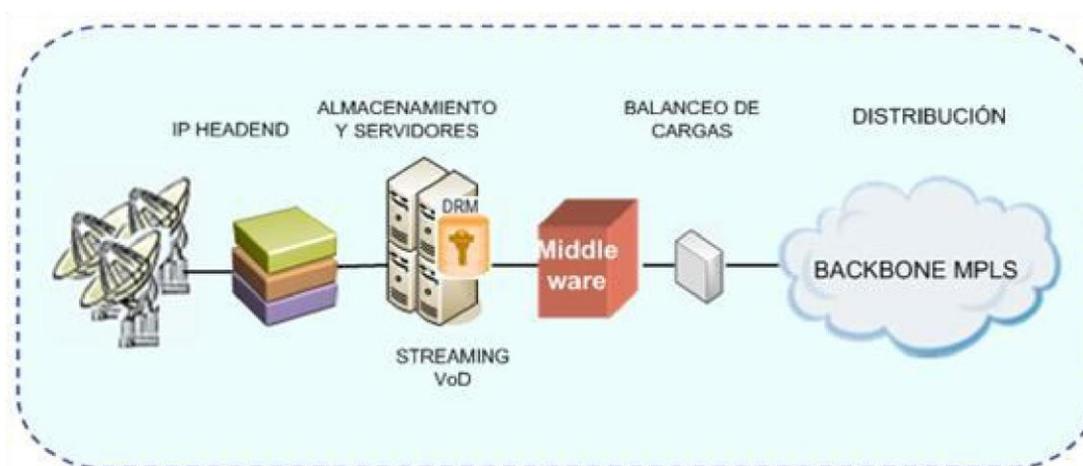


Figura 62. Esquema general de la Plataforma de Video y Contenido

En la implementación del IP HEADEND se utilizará la solución de Cisco mientras que los servidores de streaming y de VoD son de la casa comercial MatrixStream. Las dos casas comerciales ofrecen una solución integrada en cuanto al IP HEADEND y servidores por ésta razón resulta más conveniente implementar estos equipos para no tener dificultad de operatividad con las redes existentes.

1. ADQUISICIÓN DE VIDEO (Recepción y Decodificación)

Para el análisis se ha seleccionado el modelo D9854, una unidad versátil para la recepción de señales satelitales de distribución.



Figura 63. Receptor-decodificador modelo D9854 de Cisco

2. PROCESADOR DE VIDEO

El DCM (Digital Content Manager), modelo D9900 MPEG es una plataforma compacta con capacidad de procesamiento masivo y puede trabajar con miles de secuencias de video simultáneamente incluyendo la inserción de programas digitales.



Figura 64. DCM D9900 MPEG

3. CODIFICADOR DE VIDEO

Para este análisis se ha seleccionado el Video Encoder de Cisco D9036 que ofrece servicios de video IP con alta calidad, importante ahorro de ancho de banda, soporte de audio integrado, enrutamiento de video y audio ya que posee un conjunto de codificadores y multiplexores en una sola unidad. Acepta las señales SD (Standard Definition) y HD (High Definition) y las codifica en tiempo real a MPEG-2 o MPEG-4 simultáneamente.

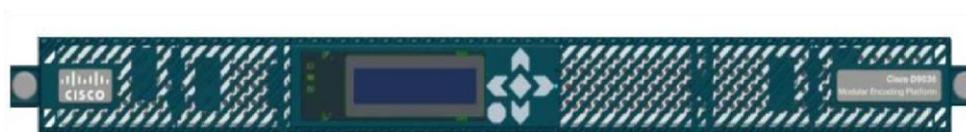


Figura 65. Video Encoder D9036

Además la tecnología de codificación es altamente programable, lo que permite mayores avances en la calidad de video permitiendo una conversión de HD a SD, según las

solicitudes del usuario. El gráfico 65 muestra las interfaces disponibles para la conversión de HD a SD.

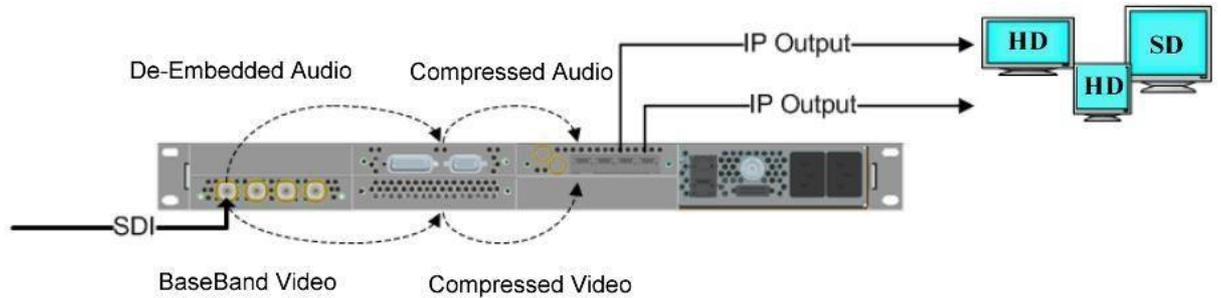


Figura 66. Conversión de HD a SD

4. VIDEO MANAGEMENT

Es una herramienta que permite monitorear remotamente todos los elementos de la red, incluyendo la plataforma de distribución de video, Middleware y STBs, integrando también la gestión remota para resolución de incidencias y actualización de versiones. Se propone la adquisición del Sistema de Administración de Cabeceras de CISCO conocido como ROSA

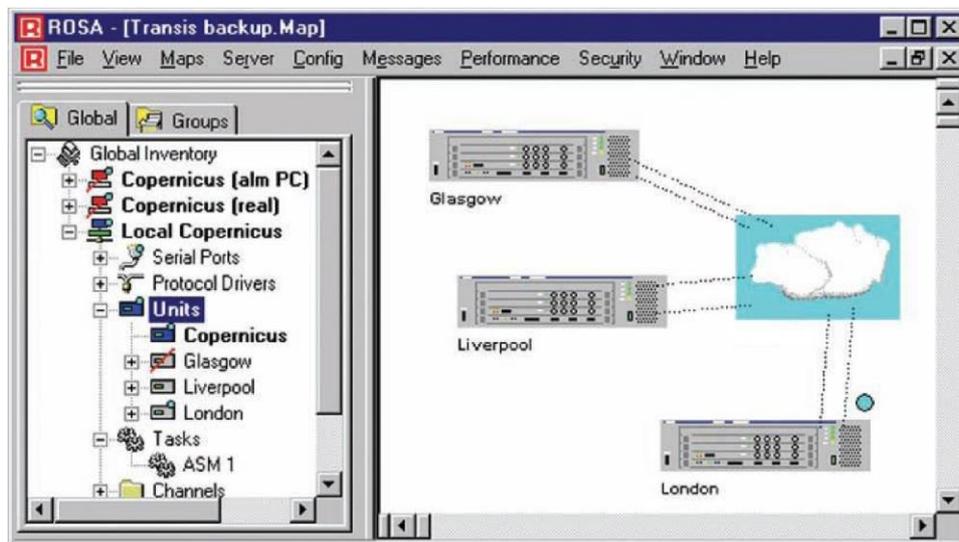


Figura 67. Sistema de Administración de red ROSA

5. SERVIDOR DE STREAMING

Un servidor de streaming es un dispositivo que maneja flujos de datos para reproducir contenidos multimedia sin necesidad que el usuario descargue todo el archivo para visualizarlo en tiempo real.



Figura 68. Servidor Streaming IMX i2410

6. SERVIDOR VoD y MIDDLEWARE

En la tabla 14 se presentan las características del servidor VoD IMX v2420 y del Middleware IMX M500 del fabricante MatrixStream.

PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS
<p style="text-align: center;">SERVIDOR VoD</p>  <p style="text-align: center;">IMX v2420 MatrixCast</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Servidor de alta capacidad con tecnología robusta y escalable. • Soporta unicast y multicast hasta 1000 flujos de video. • Formato de almacenamiento (MPEG-2 o MPEG-4) • Compatible con tarjetas SD y HD con una resolución de 720p, 1080i y 1080p.
<p style="text-align: center;">SERVIDOR MIDDLEWARE</p>  <p style="text-align: center;">IMX M500</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamiento para la distribución de servicios e interfaces al usuario final permitiendo ofrecer diferentes opciones con servicios básicos y avanzados. • Permite hasta 600 IPTV espectadores en esta modalidad. • Soporta transmisión de video a la carta con el Servidor IMX v2420 VoD. • Gestión de usuarios y contenidos. • Brinda seguimiento estadístico del usuario.

Tabla 13. Características del Servidor VoD y Middleware de MatrixStream

4.5.4.4. ACCESO DEL TERMINAL

La empresa tiene dos segmentos de mercado como se ha mencionado anteriormente, un sector corporativo (empresas e instituciones) y residenciales (hogares y pequeños negocios) los cuales acceden a la red por diferentes tecnologías.

▪ Acceso de Banda Ancha ADSL

El acceso de los usuarios residenciales para los servicios Triple Play mantendrán la tecnología ADSL ya que cumple con los requisitos necesarios para la transmisión, una conexión ADSL2+ puede llegar a ser mayor a 20Mbps pero para ofrecer planes básicos diseñados para este segmento de mercado el ancho de banda requerido no sobrepasa los 12 Mbps en caso de solicitar señales HDTV caso contrario es necesario 5 o 6 Mbps, con lo que si se cubriría la demanda.

La empresa entrega módems ADSL TP-LINK TD-8811, TD-8817 y módems HUAWEI MT882 entre los más comunes, éstos si cumplen con los requerimientos para servicios Triple Play en especial para los planes básicos.

Además del módem ADSL2+ se utilizará un STB para la recepción y decodificación de las señales de Televisión Digital permitiendo que el flujo de video sea transportado por IP y se enlace al módem ADSL2+ por medio de un puerto Ethernet como se muestra en el gráfico 66.

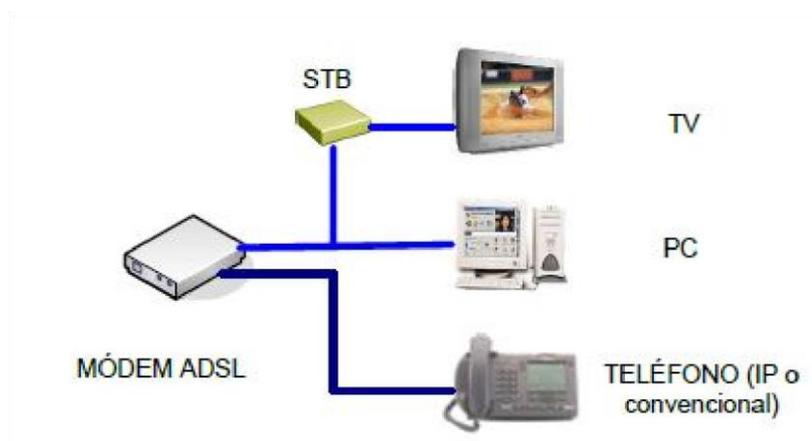


Figura 69. Acceso de usuarios residenciales

▪ Interconexión al Nodo de Distribución por Fibra Óptica

Para ofrecer los servicios Triple Play a los usuarios corporativos que cubre el backbone MPLS, éstos se conectarán a través de una acometida de fibra óptica que interconecta a los nodos de acceso y distribución (en su mayoría son Switch Catalyst Cisco 3400) y posteriormente el tráfico generado es enrutado a los LER.

Utilizando un transceiver de fibra óptica a UTP se conecta al respectivo equipo final del cliente el cual provee el servicio de Internet y puede ser conectado a un Set top Box para el servicio de Televisión. En el análisis se propone la utilización del router Cisco SB 101 para el acceso del usuario y presenta las siguientes características:

- ✓ Está diseñado para la transmisión de voz, video y datos operando con seguridad y flexibilidad.
- ✓ Soporta VLANs y VPNs.
- ✓ Soporta DHCP, Listas de Control de Acceso (ACL) y protocolos de enrutamiento.

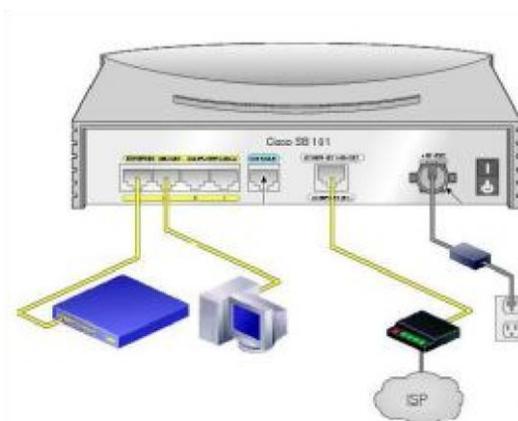


Figura 70. Router Cisco SB 101

▪ SET TOP BOX (STB)

Para la visualización de los servicios de video los usuarios deben utilizar un STB (SetTop Box) para la traducción de la información de las señales televisivas a IP, en este diseño se propone la adquisición del MediaPro IP3000SD/HD de la casa comercial Eagle Broadband y tiene las siguientes especificaciones:

- ✓ Utiliza formatos MPEG-2 y MPEG-4 AVC (H.264).

- ✓ Soporta WMV9(Windows Media Video 9) sobre MPEG-2, streaming y VoD.
- ✓ En cuanto a la seguridad de la recepción del contenido lo hace por medio de CA (Conditional Access) y DRM (Digital Rights Management).
- ✓ Posee puertos Ethernet de 10/100Mbps, USB, HDMI(High-Definition Multimedia Interface) y otros.
- ✓ Tiene capacidades para SD de hasta 8Mbps y para HD de hasta 30 Mbps.



Figura 71. Set Top Box MediaPro IP3000SD/HD

Finalmente en el gráfico 71 se muestra la red de backbone MPLS para la distribución de servicios Triple Play a usuarios corporativos y residenciales con el equipamiento necesario.

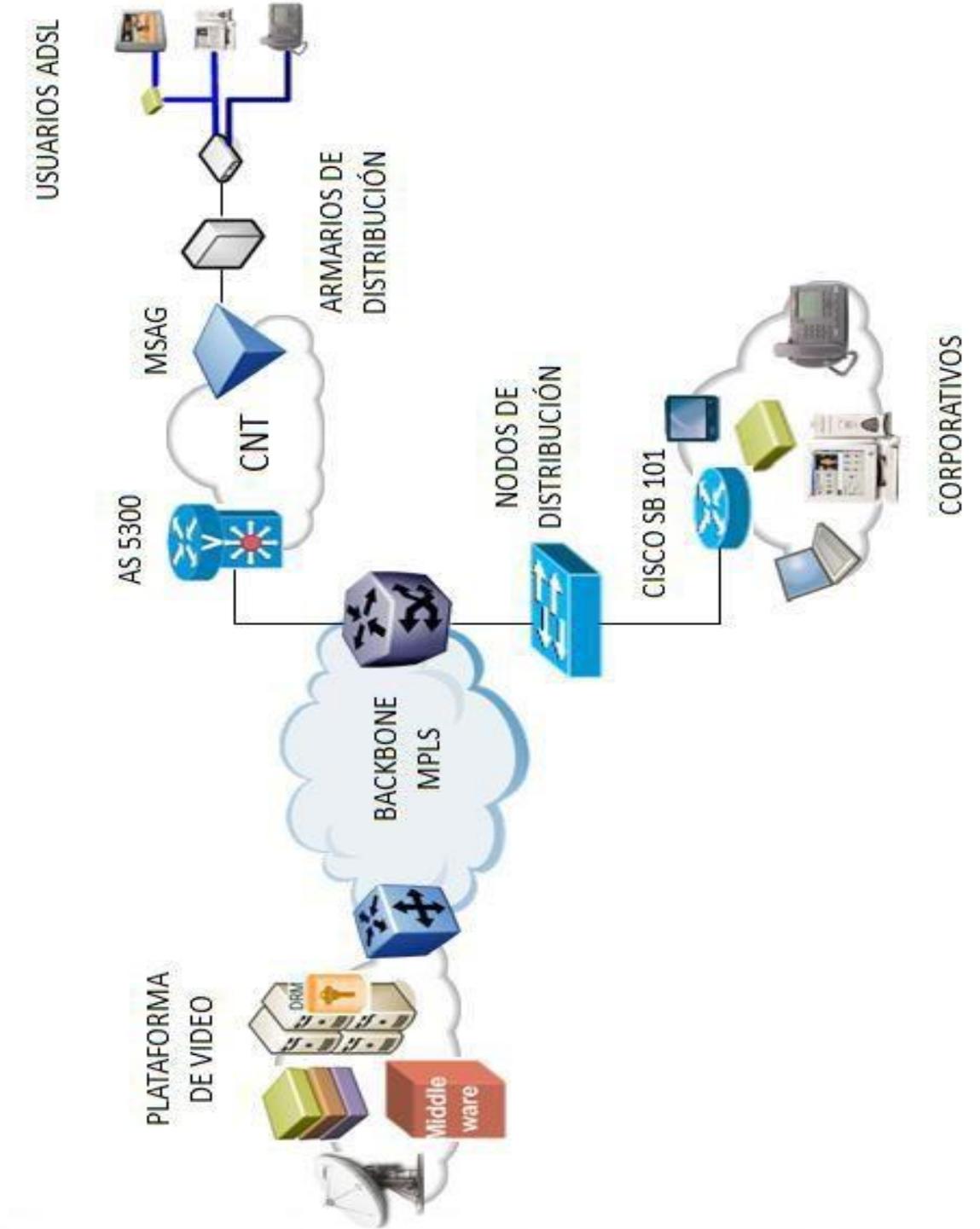


Figura 72. Backbone MPLS y servicios Triple Play

4.6. PRESUPUESTO REFERENCIAL

Utilizando esta investigación se da una idea del costo de la instalación de una Red de servicios Integrados con tecnología MPLS, los equipos faltantes a adquirir para la implementación de Triple Player e instalados en cada uno de los nodos de la ciudad, la tabla 14, en la que se detalla el número de equipos necesarios para el core, plataforma de video y equipos complementarios para VoIP conjuntamente con su costo individual y costo total, cabe recalcar que dichos valores pueden variar dependiendo de la casa comercial

RED	EQUIPO	PRECIO
PLATAFORMA IPTV	Receptor/Decodificador CISCO D9854	\$ 2,371.00
	Procesador de video CISCO DCM D9900 MPEG	\$ 1,400.00
	Codificador de video D9036	\$ 6,950.00
	Servidor Streaming IMX I2410	\$ 7,500.00
	Servidor VoD IMX M2200	\$ 6,500.00
	Middleware	\$ 7,000.00
	ROSA	\$ 10,000.00
VOZ	Gateway Cisco As 5300	\$ 25,000.00
	Tarjetas modulares de voz/fax AS53-CC60VOXD	\$ 750.00
	Cisco Work Voice Manager	\$ 19,000.00
CORE	Router Cisco Catalyst 7609-S	\$ 4,840.00
DISTRIBUCIÓN	Router Cisco Catalyst 3800X	\$ 5,000.00
	Switch Cisco Catalyst 3400E	\$ 3,800.00
	Transceivers	\$ 350.00
ACCESO	Cisco SB 101	\$ 400.00
	Módem ADSL2+TD 8817	\$ 40.00
IPTV	STB (IPTV Services para usuario)	\$ 80.00
	TOTAL	\$ 100,981.00

Tabla 14. Costo aproximado de equipos para el Core

Algunos de estos equipos irán instalados únicamente en la central, en los nodos además se instalarán equipos de distribución y acceso al terminal del usuario.

Se analiza también el promedio aproximado del tendido de fibra óptica tomando como referencia el anillo de fibra óptica instalado entre los AMG'S de la ciudad de Riobamba con su respectiva distancia.

Se consideró un valor promedio de cinco dólares por metro de fibra óptica.

ENLACE	DISTANCIA (m.)	TIPO DE FIBRA	PRECIO
Riobamba Norte- Nodo Las Acacias	2000	G655	\$ 10,000.00
Nodo Las Acacias-Nodo Col.Riobamb	4000	G655	\$ 20,000.00
Nodo Col.Riobamba-nodo Oriental	3000	G655	\$ 15,000.00
Nodo oriental-Riobamba Centro	1000	G652*	\$ 5,000.00
Riobamba Centro-Riobamba Norte	7000	G652*	\$ 35,000.00
Riobamba Norte-Nodo Media Luna	2000	G655	\$ 10,000.00
Nodo Media Luna-Nodo EsPOCH	3000	G655	\$ 15,000.00
Nodo EsPOCH-Nodo Occidental	4500	G655	\$ 22,500.00
Nodo Occidental-Nodo Sur	5000	G652*	\$ 25,000.00
Nodo Sur-Riobamba Centro	3000	G652*	\$ 15,000.00
TOTAL			\$172,500.00

Tabla 15. Costo de tendido de fibra óptica a nivel de acceso

Cabe destacar que este análisis solo se refiere al anillo y no más a la red de accesos a los usuarios.

En la tabla 16 se presenta el costo total de la Ingeniería e Instalación, estos costos corresponden a los honorarios que la empresa debe cancelar a las personas que realizan el diseño y la instalación de los equipos, en este último se incluye la configuración de los mismos.

	DESCRIPCION	COSTO
INGENIERÍA	Diseño de Red	\$ 9,500.00
	Documentación de equipos	\$ 300.00
	Router Cisco 7609	\$ 150.00
	Switch 3800X	\$ 100.00
	Switch 3400E	\$ 50.00
	Gateway AS-5300	\$ 200.00
	Tarjetas de voz/faz	\$ 40.00
	TOTAL	\$ 10,490.00

Tabla 16. Costo de Ingeniería e Instalación

Este presupuesto referencial interviene únicamente los nuevos equipos de tecnología MPLS necesarios para brindar el servicio de triple play, se asume que equipos como racks, bandejas, ODFs etc. Existen ya instaladas en cada uno de los nodos, además de los equipos instalados en la Central de la Corporación.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En la actualidad las exigencias de los usuarios ya no son las mismas de años anteriores ya que la integración de servicios de voz, datos y video se han convertido en una necesidad, estas aplicaciones pueden ser ofrecidas a los usuarios con la implementación de nuevas tecnologías que posibilitan la entrega de estos servicios de manera unificada bajo plataformas de red únicas conocidas como NGNs, lo que impulsa a los proveedores de red a buscar alternativas urgentes para su implementación y satisfacer la demanda de los usuarios con la finalidad de permanecer competitivos en el mercado de las Telecomunicaciones.
- Se identifica a las NGN como una arquitectura que da soporte flexible a los diferentes caminos de evolución y convergencia en operadores de las redes móviles y fijas las que ofrecerán nuevos servicios de red avanzados, sin dejar de ofrecer todos los servicios actuales; coherentes con las tendencias globales y consolidación sectorial. De esta manera se concluye que las redes tanto móviles y fijas proveerán de los mismos servicios con la misma calidad.
- La Red de Servicios Integrados posibilita un servicio más personalizado ya que el cliente elige los servicios y contenidos en el momento en que desee utilizarlos además la Calidad de Servicio está garantizada de extremo a extremo, es decir los usuarios en sus casas o lugares de trabajo gozan de la calidad contratada acordado con la empresa.
- La calidad de la NGN para integrar todo tipo de flujos de tráfico con calidad de servicio y seguridad le permite proveer servicios multimedia sobre una única infraestructura de la red. Concluyendo de esta forma que la estructura de negocios de forma horizontal, potenciará de esta manera al servicio como a su implementación.
- *Multiprotocol Label Switching (MPLS)* es una tecnología de transmisión de información que rompe el paradigma de conmutación de paquetes, opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñada para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Esta tecnología ha permitido desarrollar aplicaciones y facilidades tales como: Calidad de Servicio, Ingeniería de Tráfico, Redes Privadas Virtuales, etc.

- MPLS abre a los proveedores IP la oportunidad de ofrecer nuevos servicios que no son posibles con las técnicas actuales de encaminamiento IP (típicamente limitadas a encaminar por dirección de destino). Además de poder hacer ingeniería de tráfico IP, MPLS permite mantener clases de servicio y soporta con gran eficacia la creación de VPNs. Por todo ello, MPLS aparece ahora como la gran promesa y esperanza para poder mantener el ritmo actual de crecimiento de la Internet.
- Para la CNT EP, la migración de las redes a NGN con tecnología MPLS no constituye un conjunto de procedimientos esporádicos sino un proceso minucioso y continuo que puede tardarse hasta varios años, este proceso requiere de una planificación adecuada, estrategias de implementación con una clara visión de la estructura jerárquica de una infraestructura de red NGN, capaz de realizarla correctamente con la actual que posee la empresa..
- Los servicios en las Redes de Nueva Generación se basan en el concepto de cliente-servidor, donde la red es transparente a los servicios y las aplicaciones, permitiendo de esta manera concluir que los servicios adquirirán una naturaleza comercial.
- Para la empresa es factible dar paso a la NGNs Al poseer infraestructura propia y un nivel de disponibilidad de un poco más del 90%, la Corporación evita la construcción de nuevas instalaciones y los inconvenientes de tener que depender de otras instituciones y sus aprobaciones.
- Un dominio MPLS haciendo las labores de troncal posibilita la Calidad de Servicio manteniendo la infraestructura existente y si a futuro las tecnologías implementadas en los nodos de distribución y acceso cambian independientemente la red troncal o dominio MPLS no necesita cambiar ya que soporta cualquier tecnología a nivel físico y enlace.
- Es muy importante ejecutar la implementación de la Redes de Nueva generación o multiservicios en la principal operadora del país CNT EP, ya que permite brindar en una sola red voz, datos y video. Con la implementación de este tipo de redes se tienen los siguientes beneficios para la Corporación:
 - ✓ Reducción del número de centrales de conmutación.

- ✓ Provisión de varios servicios (VoIP, IPTV, Internet, etc.) en un solo enlace de acceso al usuario.
 - ✓ Reducción aproximada del 60 al 70 % de los requerimientos en la capacidad de transmisión de voz al utilizar técnicas digitales de compresión.
- Para el usuario el ahorro económico y en tiempo que representa el contratar el servicio de un solo proveedor resulta más cómodo adicional con la contratación de los servicios de voz, datos y video a un único proveedor, los clientes reciben facturación unificada.

5.2. RECOMENDACIONES

- Las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) deben constituirse en una herramienta que contribuya al desarrollo y bienestar del pueblo ecuatoriano, por lo que el CONATEL, la SUPERTEL (el uno como órgano regulador y el otro como un órgano controlador) se recomendaría sean el medio para que se logre a llegar a este objetivo.
- Después del análisis el diseño de cualquier red debe estar basado en los reglamentos o normas internacionales como IETF, UIT, etc., en el caso de no existir reglamentos internos sobre la tecnología a implementar. Es recomendable homologar todos los equipos instalados en una empresa en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL).
- En lo social, es importante que se sigan realizando proyectos de expansión y evolución hacia las nuevas tecnologías de parte de la única empresa de prestación de servicios de conectividad a la comunidad, ya que esto no solo tiene una connotación operativo sino también social, puesto que cada vez más ciudadanos tendrán la posibilidad de integrarse a la tecnología a través de servicios básicos al alcance de todos.
- Es recomendable la provisión de servicios por una misma red pues brindará varios beneficios a la CNT EP, al permitir reducir notablemente los costos de operación y mejorando la calidad de dichos servicios además la rentabilidad de la empresa al aumentar la penetración en el mercado e incrementar los ingresos por usuarios ya que la oferta conjunta de los tres servicios asegura la estabilidad de la cartera de clientes aumentando el volumen del negocio.

BIBLIOGRAFÍA

GARCÍA Giancarlo, “Propuesta de migración de la red NGN de una operadora implementada en ip hacia mpls en la República del Perú”. Lima, 2010.

CAPMANY José, ORTEGA Tamarit. , Redes ópticas, México D.F - México, Limusa, 2009.

HINOJOSA Mayra, “Diseño de una Red MPLS utilizando el Protocolo IPV6 para proveedores de Servicios de Telecomunicaciones”, (Tesis)(Ing. Electrónico)Escuela Politécnica Nacional, Quito 2009.

LATACUNGA Cintia, “Estudio de los mecanismos de protección y restauración de las redes de nueva generación basadas en MPLS” (Tesis) (Ing. Electrónico).Escuela Politécnica Nacional, Quito 2009.

BARRERA Laura, **AMBI Delia**, “Análisis de interoperabilidad de las tecnologías SDH e IP aplicadas al diseño de un sistema de anillos metropolitanos para la CNT EP en la ciudad de Riobamba”, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba 2010.

ESCALANTE María, “Estudio y análisis de factibilidad para la implantación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba orientado a redes NGN investigado en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT - EP)” Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba 2010.

NARVAÉZ Sandra, “Diseño de una red de backbone con tecnología MPLS para el soporte de servicios Triple Play en la Empresa ECUANET-MEGADATOS S.A.”.Universidad Técnica del Norte, Ibarra 2010.

Sheppard, S, “ Convergencia de las Telecomunicaciones. McGraw-Hill.”, 2001

LINKOGRAFÍA

UIT-T, Recomendación Y.2001, Redes de Próxima Generación. Recuperado en mayo 2009 <http://radiogis.uis.edu.co/gestion/Biblioteca/Articulos%20NGN/T-REC-Y.2001-200412I!!PDF-S.pdf>

Canalis, M., *MPLS “Multiprotocol Label Switching”: Una Arquitectura de Backbone para la Internet del Siglo XXI*. Recuperado en octubre de 2009 de:
<http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MPLS.PDF>.

Superintendencia de Telecomunicaciones, Estadísticas de empresas portadoras año 2011
<http://www.supertel.gob.ec/>

Cisco, Multiprotocol Label Switching (MPLS) on Cisco Routers
http://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_0st/12_0st21/feature/guide/fs_rtr.html

CNT EP, Infraestructura de la EP Corporación Nacional de Telecomunicaciones <http://www.cnt.com.ec>

Multiprotocol Label Switching <http://www.monografias.com/trabajos29/informacion-mpls/informacion-mpls.shtml>

Redes Multiservicios
http://www.networkworld.es/Paso-a-las-redes-multiservicio/seccion_telecomunicaciones/articulo-131855

Wikipedia, Red de Siguiete Generación.
http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_siguiete_generaci%C3%B3n

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

ATM: El Modo de Transferencia Asíncrona es una tecnología de Telecomunicación cuyo objetivo es aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutados individualmente mediante el uso de los denominados canales virtuales y trayectos virtuales.

Backup: Sistema o equipo de respaldo que entra en funcionamiento cuando se ha producido fallas o inconvenientes en la red.

Best effort: Es un modelo simple de servicio, en el cual, una aplicación envía información cuando ella lo desea, en cualquier cantidad, sin ningún permiso requerido, y sin informar previamente a la red. En esta clase de servicio el proveedor no se compromete a brindar Calidad de Servicio.

Calidad de Servicio (QoS): Serie de cualidades de las redes y servicios de Telecomunicaciones para controlar las perturbaciones más comunes en las comunicaciones para ofrecer a los usuarios servicios más satisfactorios.

CEF: Tecnología de conmutación avanzada de Cisco, utilizada principalmente en las redes troncales y de Internet para aumentar la velocidad de la conmutación de paquetes.

Códec: Es la abreviatura de codificador-decodificador puede ser un software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos o una señal a un formato más apropiado para la manipulación y transmisión.

Conmutación de circuitos: Es una conexión en la que los equipos de conmutación deben establecer un camino físico entre los medios de comunicación previo a la conexión entre los usuarios, este camino permanece activo durante la comunicación y se libera al término de la conversación de los usuarios.

Conmutación de paquetes: Se establecen caminos lógicos para la transmisión de la información cuyos datos son unidades discretas formadas por bloques de longitud variable denominados paquetes.

Data Center: Aquella ubicación donde se concentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización.

DWDM: Es un método de multiplexación en la que varias señales portadoras ópticas se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda. Cada portadora óptica forma un canal óptico que puede ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio y contener diferente tipo de tráfico. De esta manera se

puede multiplicar el ancho de banda efectivo de la fibra óptica, así como facilitar comunicaciones bidireccionales.

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

Escalabilidad: Propiedad de una red o proceso que indica su habilidad para poder hacerse más grande sin perder calidad en sus servicios.

Extranet: Es una red privada virtual que utiliza protocolos de Internet, protocolos de comunicación para compartir de forma segura parte de la información u operación propia de una organización con proveedores, compradores, socios, clientes o cualquier otro negocio u organización.

Frame Relay: Es una técnica de comunicación de paquetes a nivel WAN mediante retransmisión de tramas denominadas “frames” de una variedad de tamaños para redes de circuitos virtuales, introducida por la ITU.

Gatekeeper: Es una entidad que permite la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales H.323, gateways y unidades de control multipunto además de la gestión de ancho de banda.

GMPLS: Es una extensión de MPLS para las diferentes tecnologías de redes de transporte ópticas.

Intradominio: En un mismo Sistema Autónomo o dentro de la misma red de la organización.

Intranet: Es un conjunto de servicios de Internet dentro de una red local, es decir que es accesible sólo desde estaciones de trabajo internas y constituye un sistema de información dentro de una organización o empresa.

Jitter: Variación de los pulsos de la amplitud e intensidad de la señal en una transmisión digital. Inestabilidad o variabilidad del retardo.

Latencia: Se considera la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes.

Media Gateway Controller: Conocido como Softswitch.

Metro Ethernet: Es una arquitectura tecnológica destinada a suministrar servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2, empleando interfaces Ethernet. Estas redes soportan una amplia gama de servicios, aplicaciones, contando con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico en tiempo real, como puede ser Telefonía IP y Video IP. Las redes Metro

Ethernet están soportadas principalmente por medios de transmisión guiados, como son el cobre y la fibra óptica con velocidades de 10Mbps, 20Mbps, 34Mbps, 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps.

Overhead: Es el desperdicio de ancho de banda causado por la información adicional (control, secuencia, etc.) que debe viajar además de la carga útil en los paquetes de un medio de comunicación.

Peer to peer: Conocida también como P2P, redes entre pares o redes punto a punto en las que no existen ni ordenadores clientes ni ordenadores que hagan de servidor permitiendo el intercambio directo de información, en cualquier formato, entre los ordenadores interconectados conocidos como nodos.

PLC: Power Line Communications es un término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante cable eléctrico y que se refiere a las diferentes tecnologías que utilizan las líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir señales para propósitos de comunicación. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.

Protocolos de Túnel: Se conoce con este nombre a ciertos protocolos de red que encapsulan a otro protocolo. Así, el protocolo A es encapsulado dentro del protocolo B, de forma que el primero considera al segundo como si estuviera en el nivel de enlace de datos, esta técnica se suele utilizar para transportar un protocolo determinado a través de una red que en condiciones normales no lo aceptaría y uno de los usos de estos protocolos más importantes es la creación de redes privadas virtuales.

Proxy: Es un sistema de software o hardware que permite la conexión de una LAN entera al exterior con sólo una dirección IP de salida, para proveer el acceso a Internet de todos los equipos de una organización cuando sólo se puede disponer de un único equipo conectado al proveedor teniendo la funcionalidad adicional, como puede ser la de mantener los resultados obtenidos por ejemplo de una página web en una caché que permita acelerar sucesivas consultas coincidentes.

SDH/SONET: Es un estándar internacional desarrollado por el Working Group T1X1 de ANSI para líneas de Telecomunicación de alta velocidad sobre fibra óptica (desde 51,84 Mbps a 2,488 Gbps). SONET es su nombre en EE.UU. y SDH es su nombre europeo. Estas normas definen señales ópticas estandarizadas, una estructura de trama síncrona para el tráfico digital multiplexado y los procedimientos de operación para permitir la interconexión de terminales mediante fibras ópticas, especificando para ello el tipo monomodo.

SDSL: La tecnología SDSL es una variante de la DSL y se trata de una línea simétrica permanente con igual ancho de banda para subida de datos (uploads) y para bajada de datos (downloads) con velocidades de hasta 2.048 kbps.

Servicios Portadores: Son servicios que proveen al usuario una capacidad necesaria para el transporte de la información sin importar su contenido y aplicación.

Servidor de Directorio: Es una aplicación o un conjunto de aplicaciones que almacena y organiza la información sobre los recursos de red y permite a los administradores gestionar el acceso de los usuarios. Además, los servicios de directorio actúan como una capa de abstracción entre los usuarios y los recursos compartidos.

Spanning Tree: Es un protocolo de red de nivel 2 de la capa OSI, estandarizada por el IEEE (IEEE 802.1D). Su función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes (necesarios en muchos casos para garantizar la disponibilidad de las conexiones). El protocolo permite a los dispositivos de interconexión activar o desactivar automáticamente los enlaces de conexión, de forma que se garantice que la topología está libre de bucles.

Spread Spectrum: El espectro ensanchado es una técnica de modulación empleada en Telecomunicaciones para la transmisión de datos, por lo común digitales y por radiofrecuencia.

Streaming: Es una nueva técnica para Internet que permite transmitir de forma eficiente audio y vídeo a través de la red sin necesidad de descargar los archivos en el disco duro del ordenador de usuario pudiendo observar en tiempo real.

Sumarizar: O resumen de rutas es un proceso que realizan los routers por el cual toman un grupo de direcciones de redes contiguas y las resumen en una sola dirección de red común a todas esas redes. La principal ventaja es la optimización del enrutamiento ya que los routers tienen que mantener menos entradas en sus tablas y en consecuencia se gana en estabilidad, ahorro de recursos, eficiencia y tiempos de proceso. Los protocolos sin clase EIGRP, OSPF, RIP v.2, IS-IS y BGP soportan resumen de rutas.

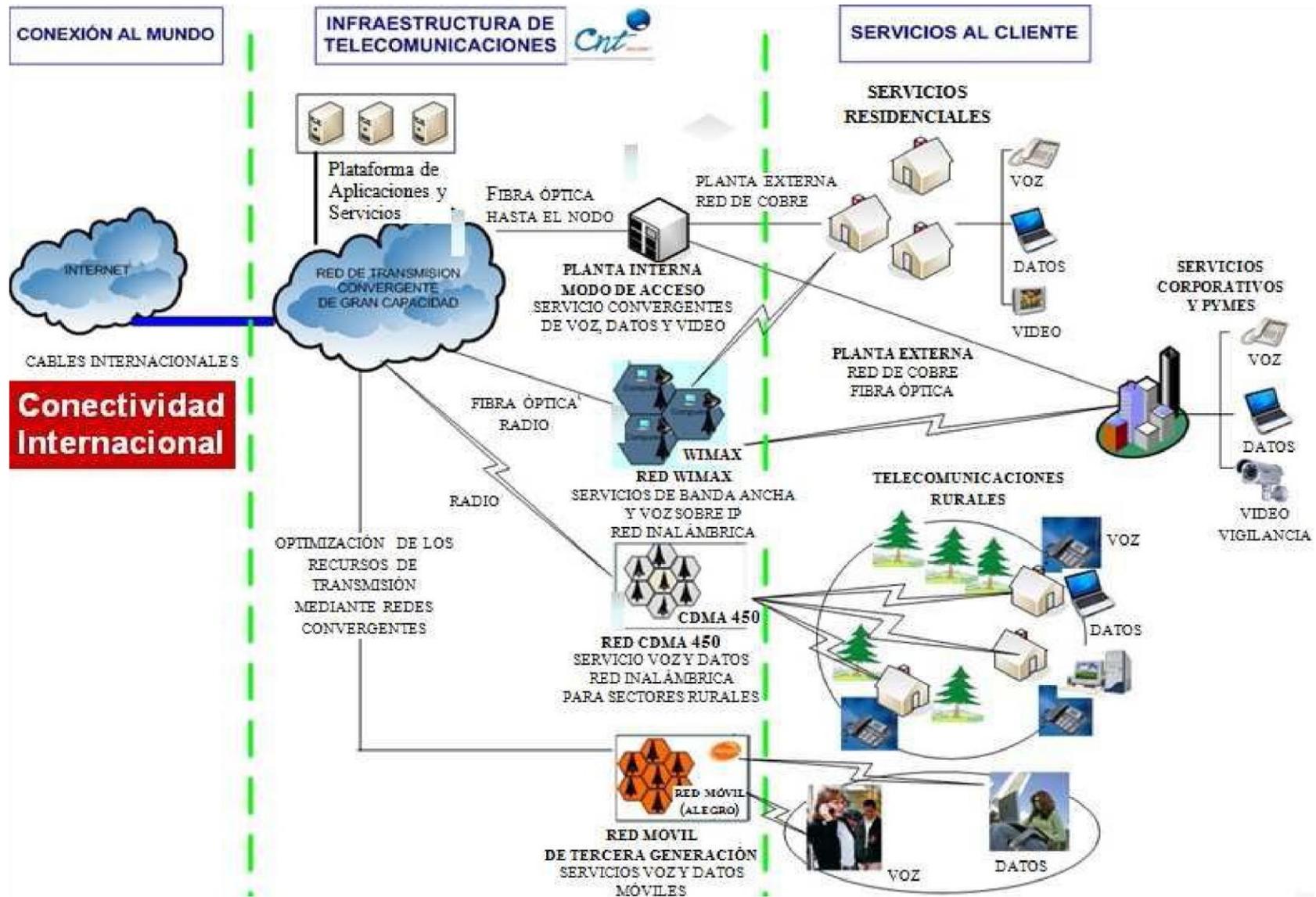
Tasa de bits: Define el número de bits que se transmiten por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital o entre dos dispositivos digitales siendo la velocidad de transferencia de datos.

Token Ring: Es una arquitectura de red desarrollada por IBM en los años 1970 que propone una topología lógica en anillo y técnica de acceso de paso de testigo por medio de una unidad de acceso de estación múltiple MSAU que permite a la red verse como si fuera una estrella. Token Ring se recoge en el estándar IEEE 802.5 y actualmente ya no es empleada para el diseño de redes por la popularización de Ethernet.

Ubicuo: Define la cualidad de existir en cualquier lugar simultáneamente. Las redes ubicuas permiten a los usuarios acceder a Internet desde cualquier sitio y en cualquier momento.

ANEXO 2

**ESQUEMA DE CONECTIVIDAD INTERNACIONAL
DE LA CNT EP**



ANEXO 3

**MAPA CON CABLEADO DE
CONECTIVIDAD INTERNACIONAL
DE LA CNT EP**

- NAP DE LAS AMERICAS**
 INICIO OPERACION: 2003
 EMPRESA: CNT S.A.
 SERVICIOS: Telefonía Internacional
 Acceso a Internet

- CABLE PANAMERICANO**
 INICIO OPERACION: 2000
 EMPRESA: CNT S.A.
 CAPACIDAD ACTUAL: 7,5 STM1
 AMPLIACIÓN: 160 STM1 (Feb 2010)
 INCREMENTO: 2.033 %

- CABLE AMERICAS II**
 INICIO OPERACION: 2010
 EMPRESA: CNT S.A.
 CAPACIDAD ACTUAL: 0,1 STM1
 AMPLIACIÓN: 160 STM1 (agosto 2010)
 INCREMENTO: 500.000 %

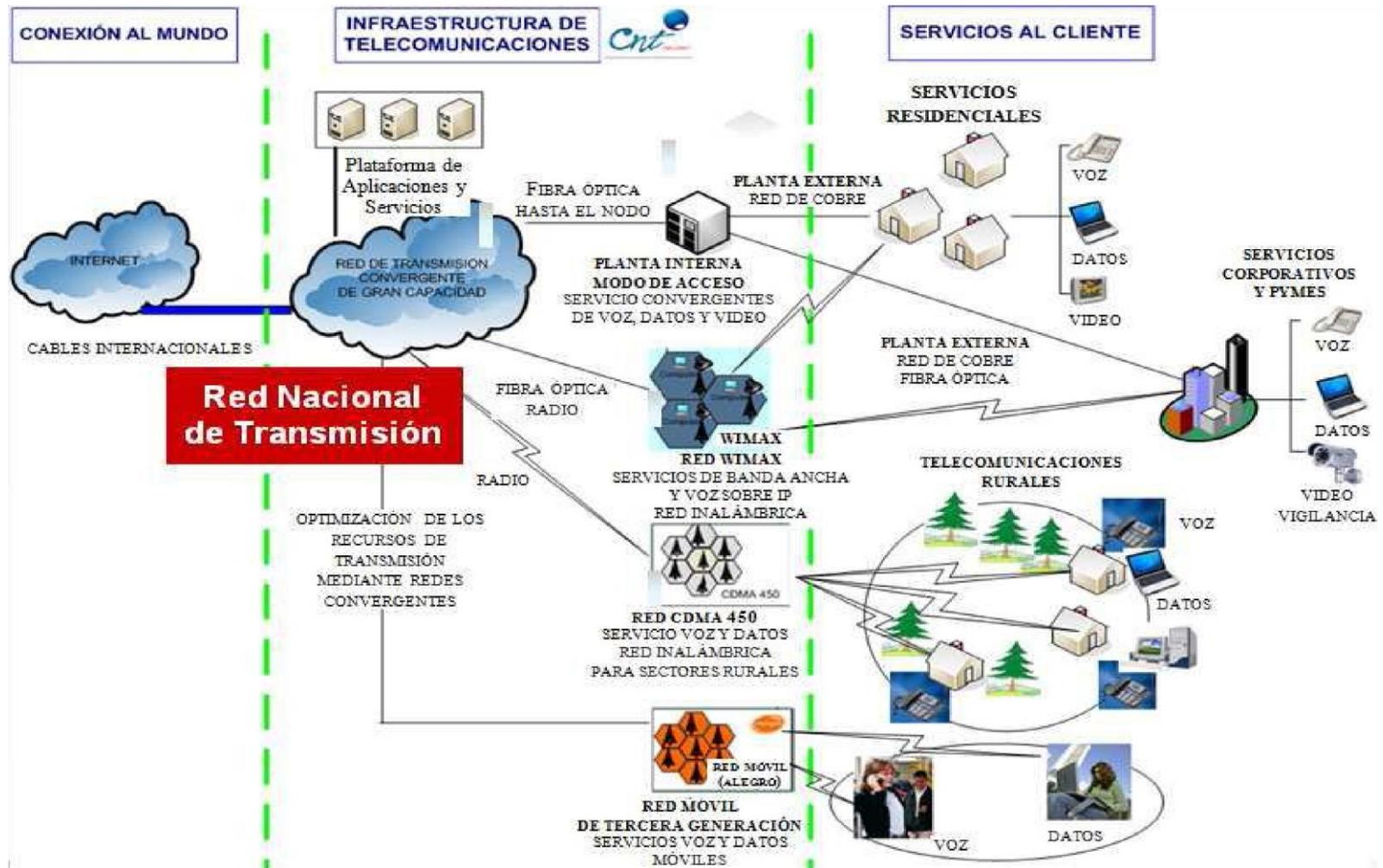
- CABLE SAM1 EMERGIA**
 INICIO OPERACION: 2007
 EMPRESA: CNT S.A.
 CAPACIDAD ACTUAL: 1 STM1
 AMPLIACIÓN: 32 STM1 (Dic 2009)
 En negociación
 INCREMENTO: 3.100 %

- TRANSELECTRIC – TRANSNEXA**
CABLE ARCOS, MAYA
 INICIO OPERACION: 2003
 EMPRESA: CNT S.A.
 CAPACIDAD ACTUAL: 16 STM1



ANEXO 4

**ESQUEMA DE LA RED NACIONAL
DE TRANSMISIÓN
DE LA CNT EP**



ANEXO 5

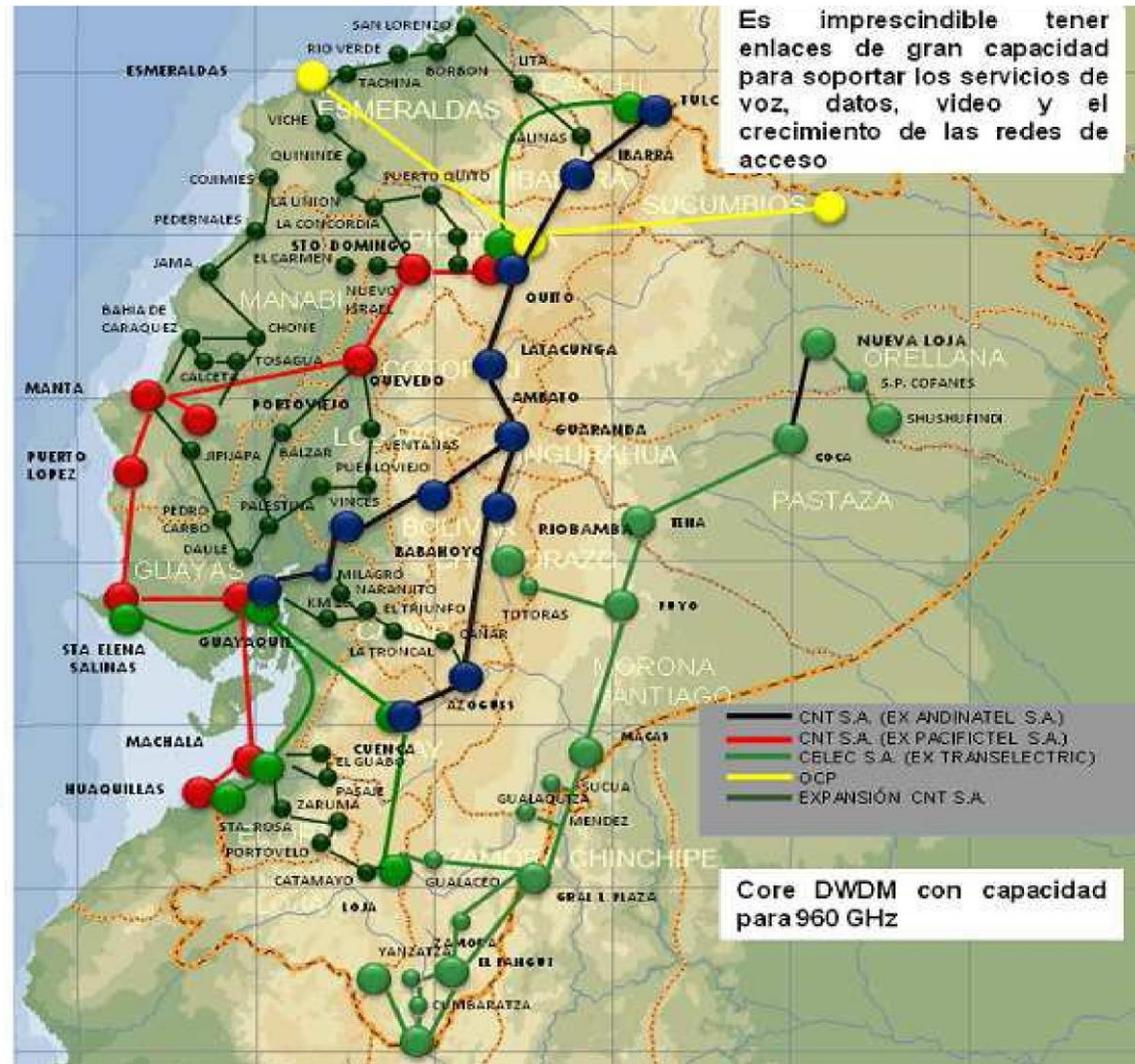
**MAPA DE LA RED NACIONAL
DE TRANSMISIÓN
DE LA CNT EP**

SITUACION ACTUAL

- **CNT S.A.**
ESTADO: En operación
INICIO: 2003
CAPACIDAD ACTUAL: 20 STM1
AMPLIACION: DWDM 7 X 64 STM1
INICIO AMPLIACIÓN: agosto 2009
INCREMENTO: 2.140 %
- **CNT S.A.**
ESTADO: En construcción
INICIO: 2008
CAPACIDAD: 64 STM1
- **CELEC - TRANSELECTRIC**
ESTADO: En operación
INICIO USO: 2008
CAPACIDAD USO: 4 STM1
- **OCP - CNT S.A.**
ESTADO: En operación
INICIO USO: 2009

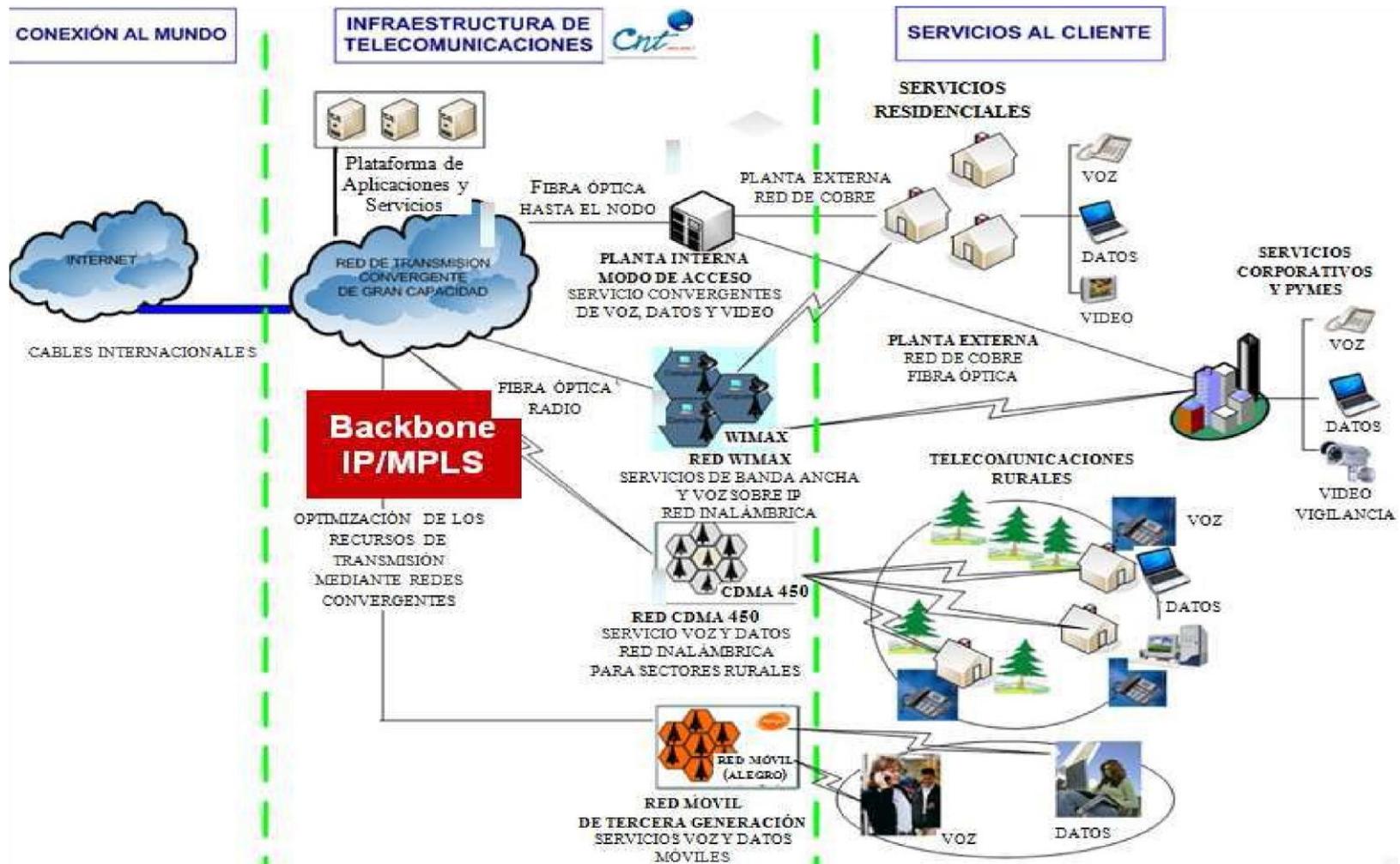
RED NACIONAL DE TRANSMISION

- **CNT S.A. – CELEC S.A.**
INICIO OPERACIÓN: 2010
- **CNT S.A.**
INICIO OPERACIÓN: 2010



ANEXO 6

**ESQUEMA DEL BACKBONE IP-MPLS
DE LA CNT EP**



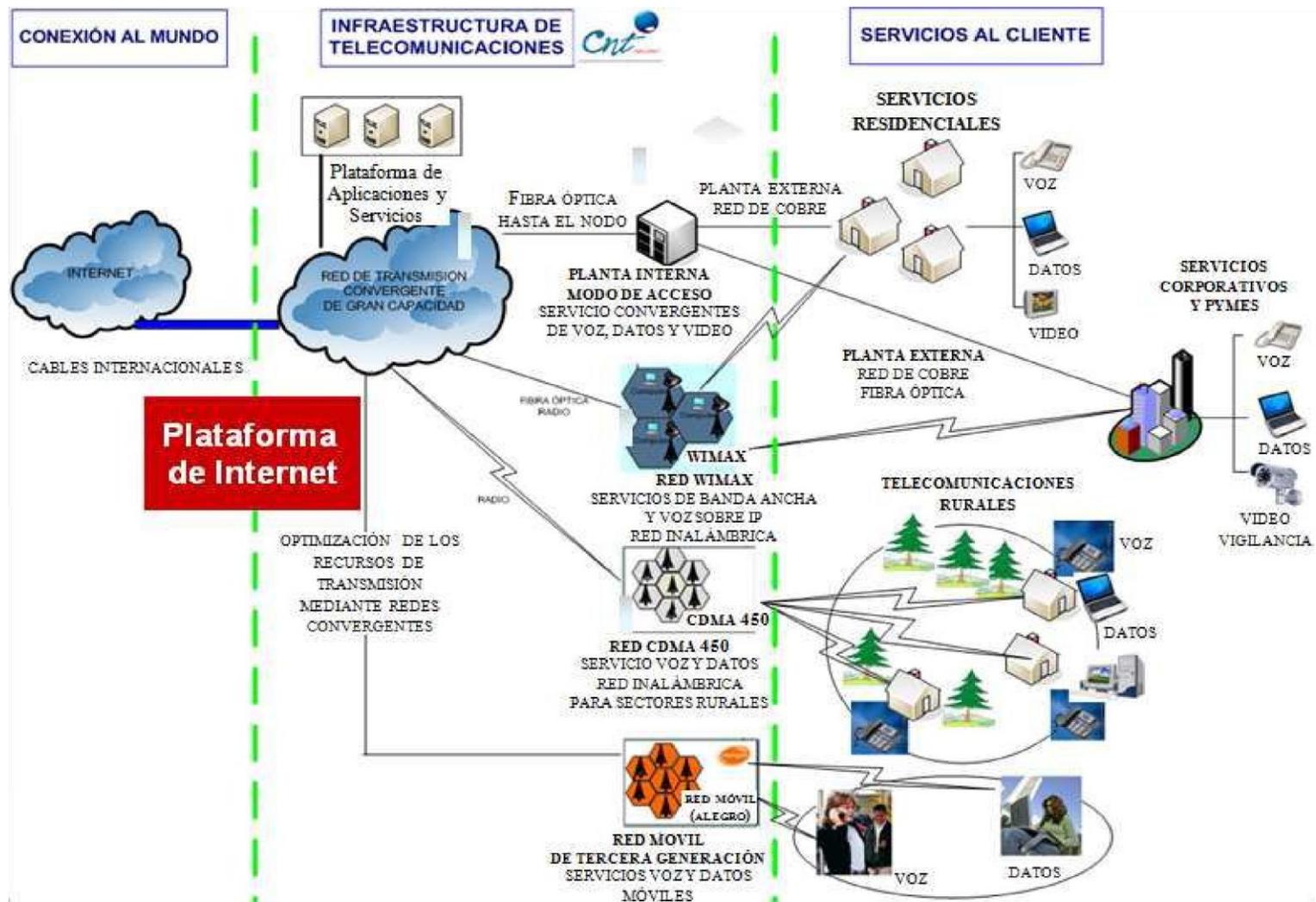
ANEXO 7

**MAPA DEL BACKBONE IP-MPLS
DE LA CNT EP**



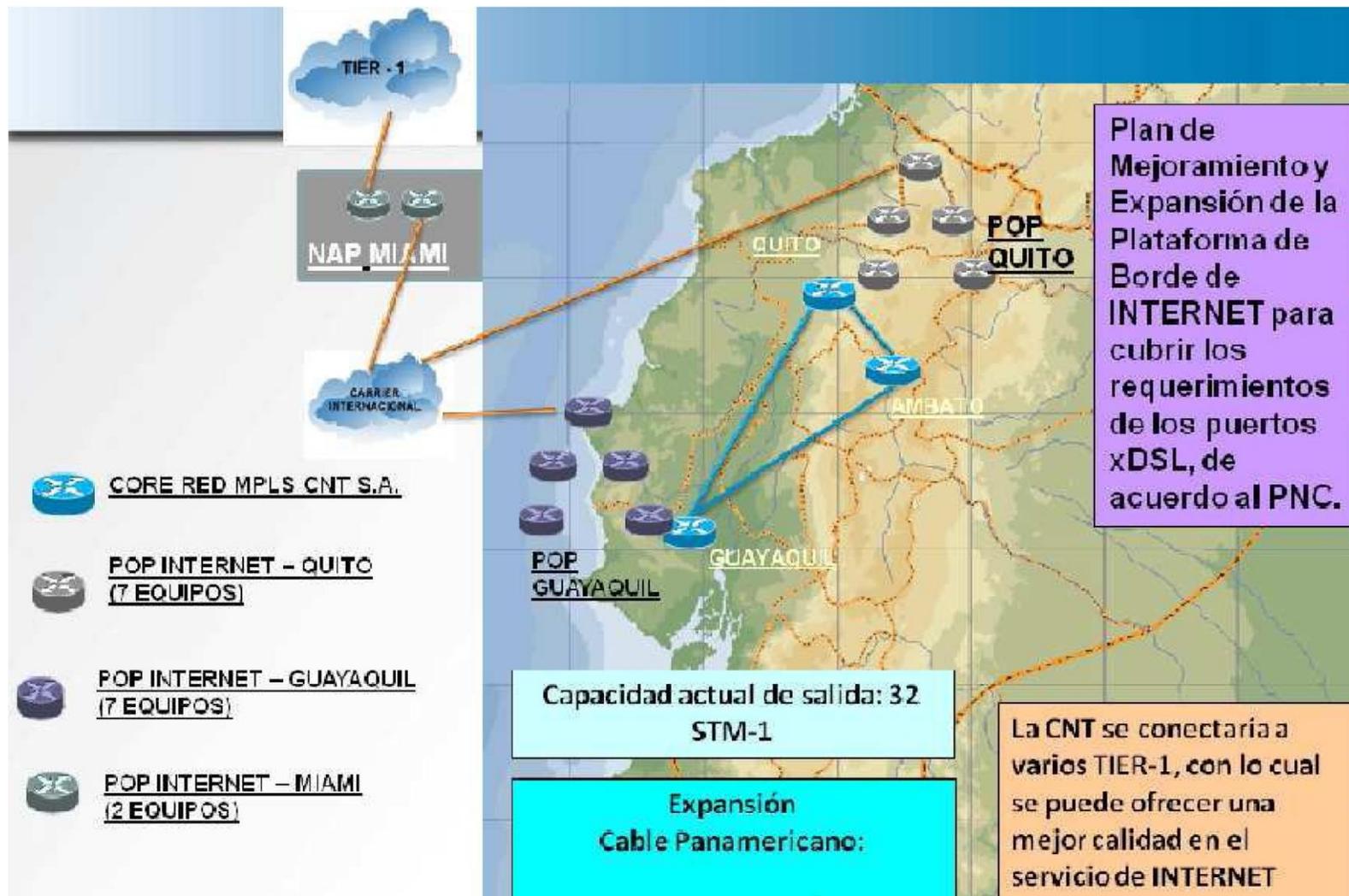
ANEXO 8

**ESQUEMA DE LA PLATAFORMA DE INTERNET
DE LA CNT EP**



ANEXO 9

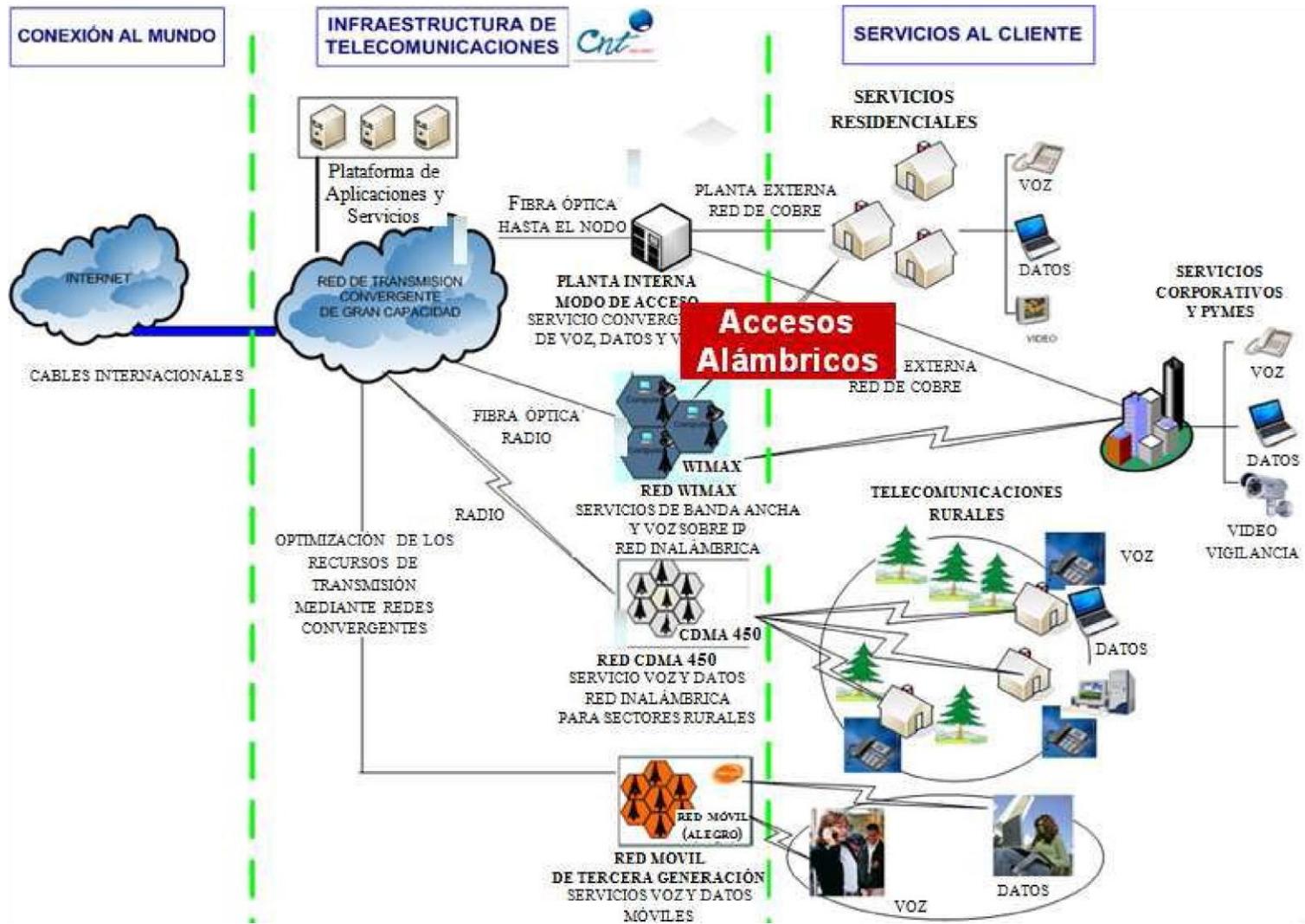
**MAPA DE LA PLATAFORMA DE INTERNET
DE LA CNT EP**



ANEXO 10

ESQUEMA DE ACCESOS ALÁMBRICOS

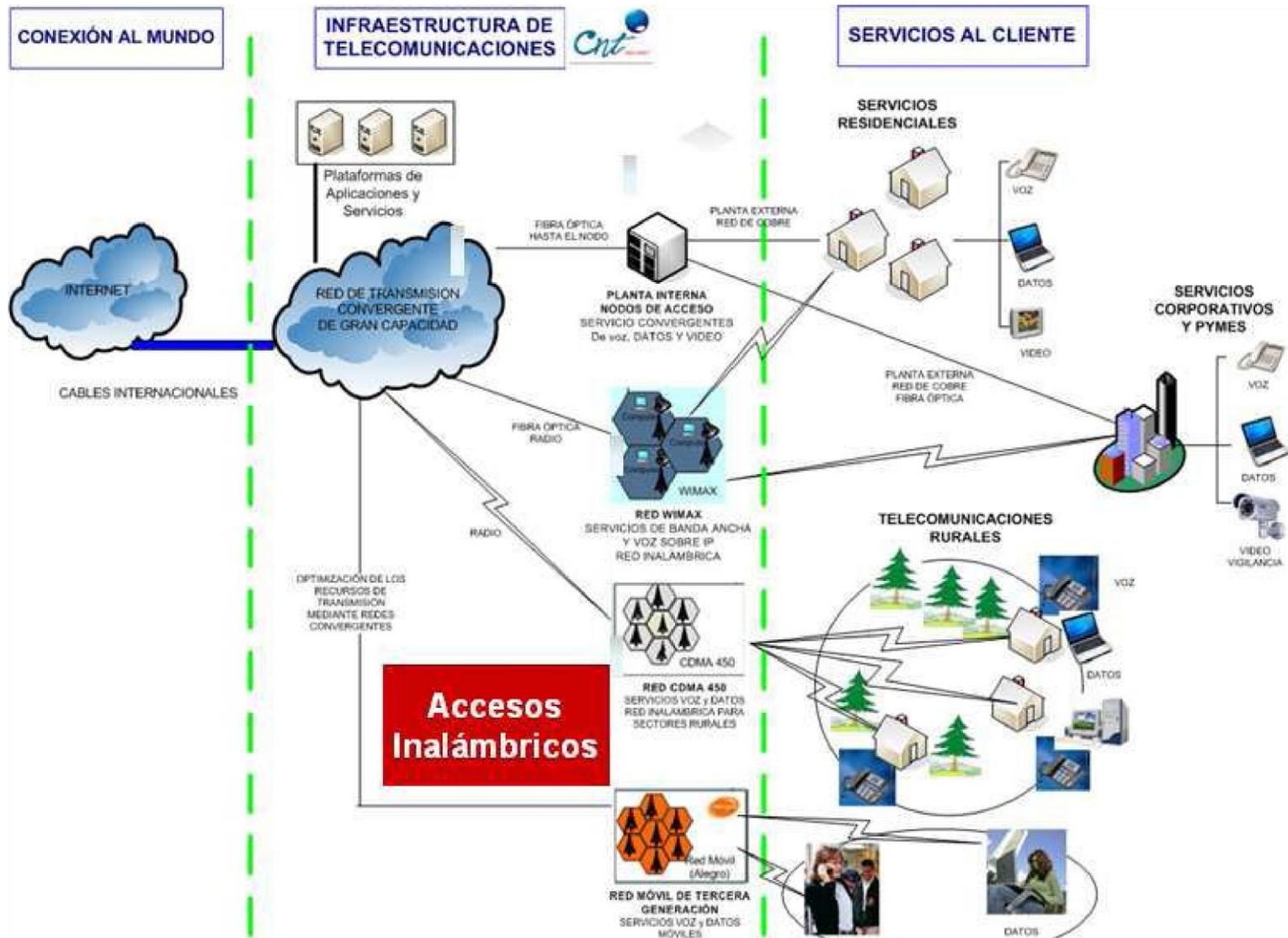
DE LA CNT EP



ANEXO 11

ESQUEMA DE ACCESOS INALÁMBRICOS

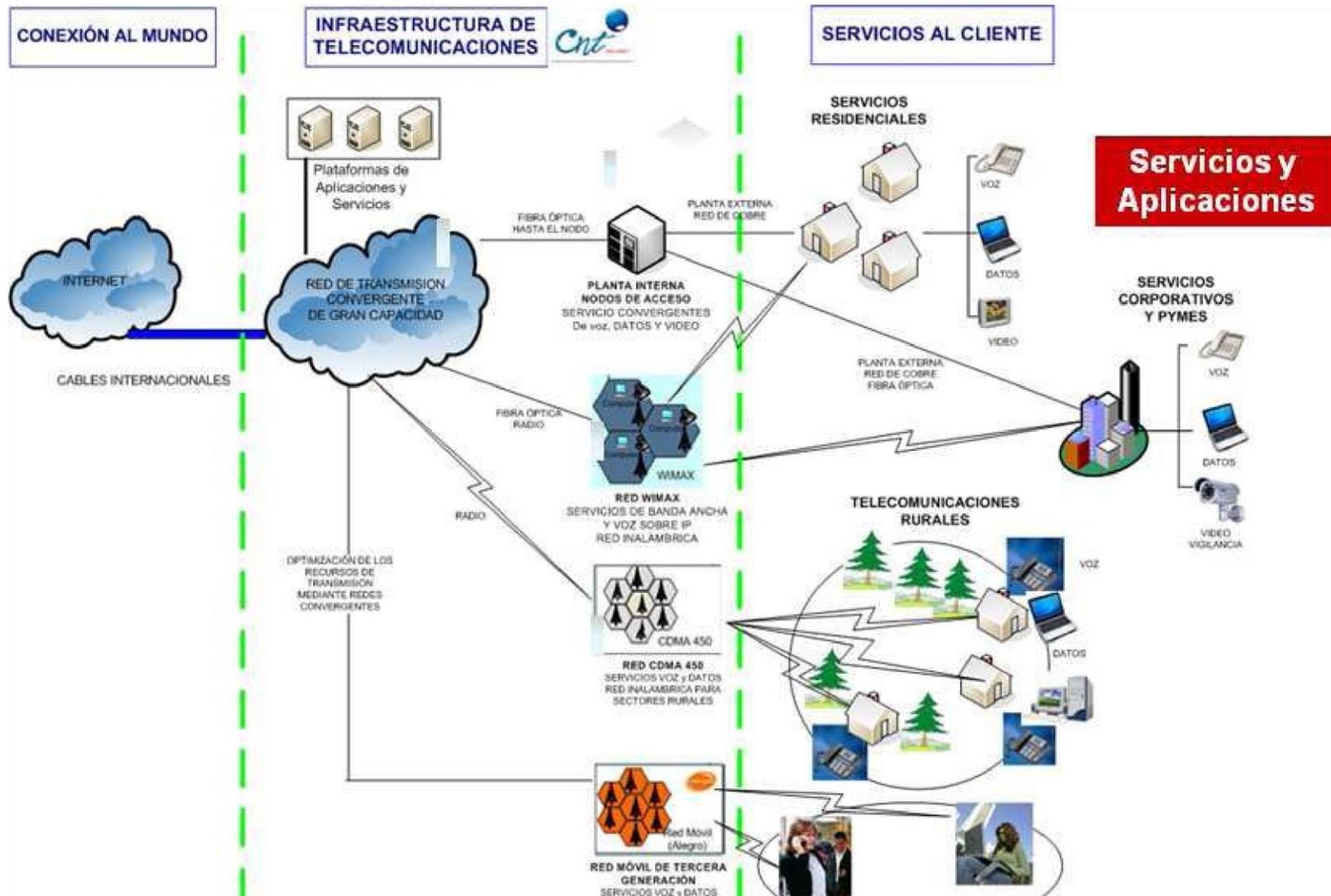
DE LA CNT EP



ANEXO 12

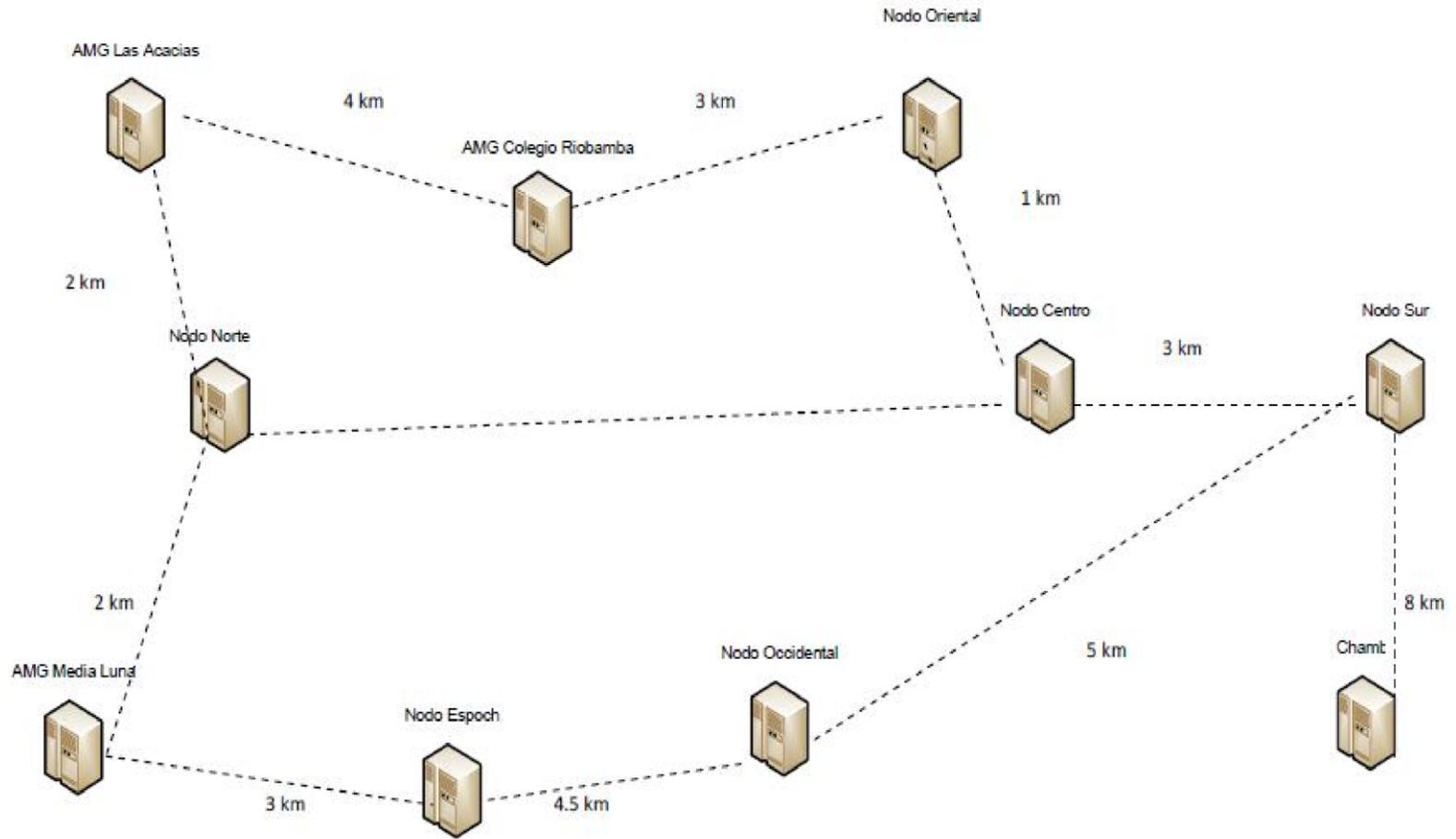
ESQUEMA DE SERVICIOS Y APLICACIONES

DE LA CNT EP



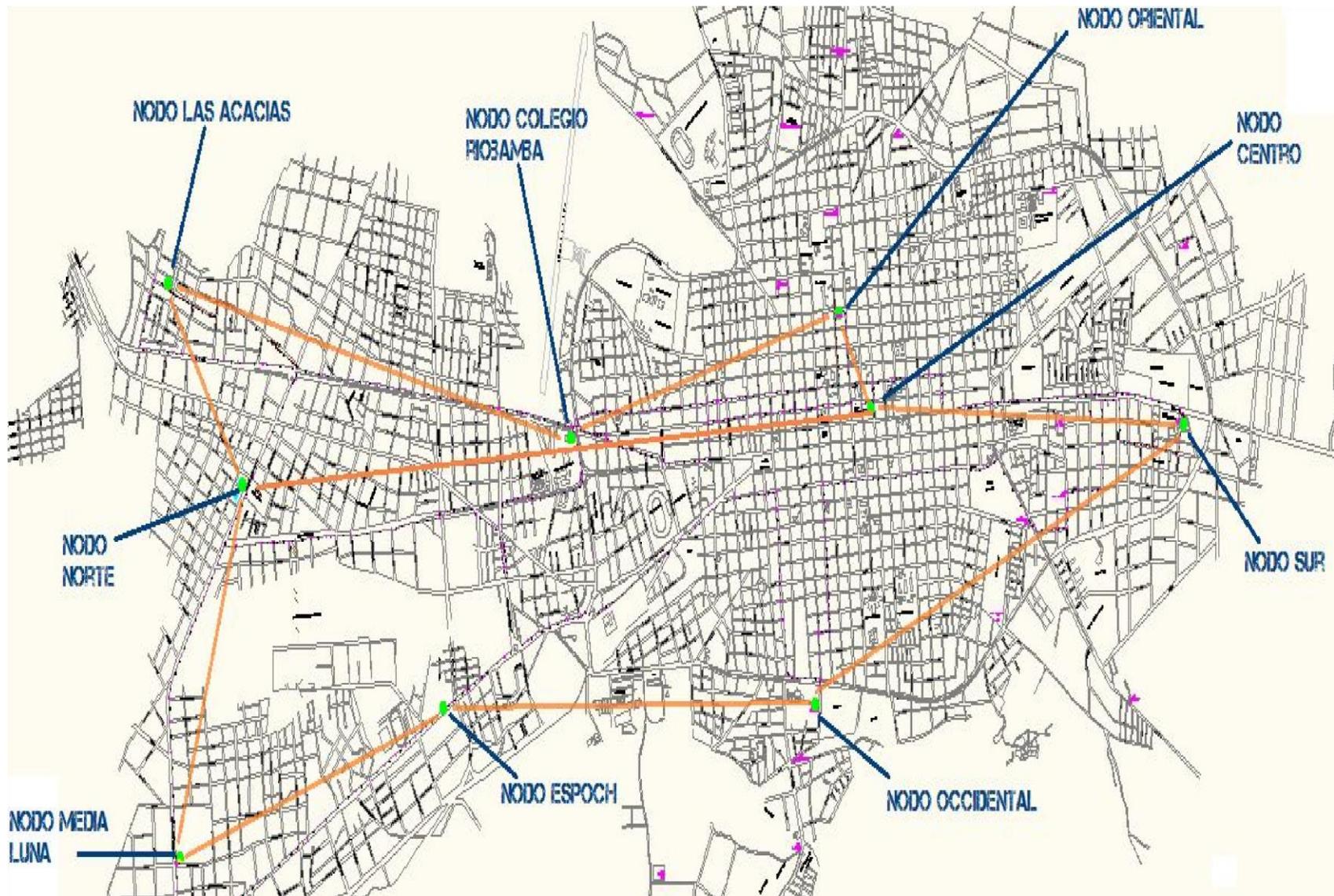
ANEXO 13

**ESQUEMA LÓGICO DE LA DISTRIBUCIÓN
DE NODOS Y LAS DISTANCIA
EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA**



ANEXO 14

**MAPA CON LA DISTRIBUCIÓN DE NODOS EN LA
CIUDAD DE RIOBAMBA**



ANEXO 15

**PLANIMETRÍA RED DE ANILLOS DE FIBRA ÓPTICA
ENTRE NODOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**



ANEXO 16

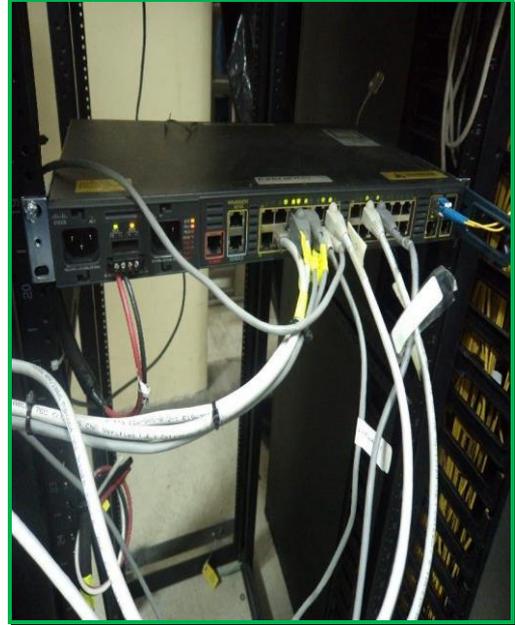
DISTANCIAS Y TENDIDO DE FIBRA OPTICA A TRAVES DE LOS NODOS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

ANEXO 17

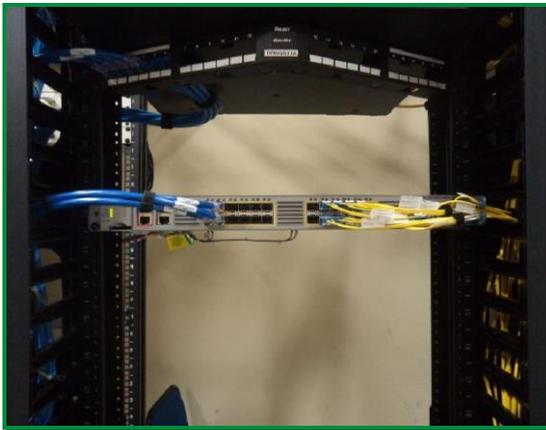
**FOTOGRAFÍAS DE EQUIPOS DE TECNOLOGÍA
MPLS INSTALADOS EN LA CNT EP**



Rack completo con Router CISCO 7609S



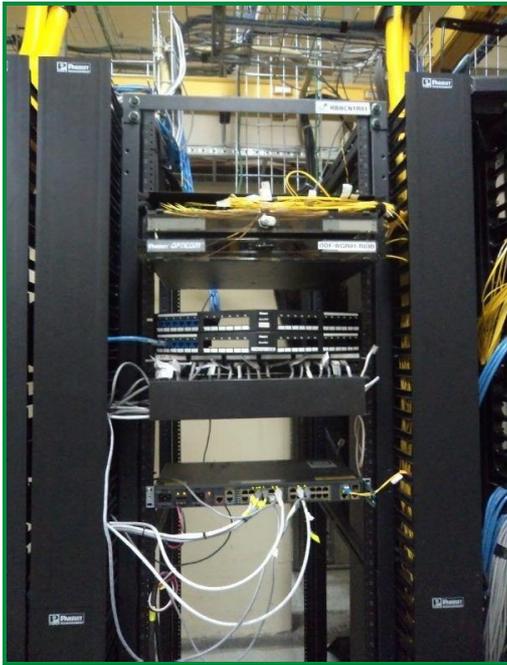
Router CISCO 3400 E



Switche CISCO 3800X



Distribuidores de F.O.



Rack completo Cisco 3400E con patch panel y ODF



Entrada de F.O. y E1



Alimentación a equipos 48 Vcd.



Tarjetas Distribución de E1

