

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA**

**“DISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS ORIENTADA A  
OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS ACTUALES REDES  
DE TRANSPORTE DE LAS OPERADORAS TELEFÓNICAS”**

**REALIZADO POR:**

**DIEGO PAÚL DÍAZ PALACIOS**

**SANGOLQUÍ - ECUADOR**

**2011**

## **CERTIFICACIÓN**

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado, previo a la obtención del título en Ingeniería Electrónica, titulado “**DISEÑO DE UNA RED MULTISERVICIOS ORIENTADA A OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS ACTUALES REDES DE TRANSPORTE DE LAS OPERADORAS TELEFÓNICAS**”, fue desarrollado en su totalidad por el señor: DIEGO PAÚL DÍAZ PALACIOS.

**ATENTAMENTE,**

**Ing. Fabián Sáñez**

**DIRECTOR**

**Ing. Carlos Romero**

**CODIRECTOR**

---

## RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene por objeto el diseño de una red Multiservicios que permita a las actuales operadoras telefónicas mejorar la administración y aprovechar de mejor manera la infraestructura de la actual red de transporte que poseen. Tecnologías como ATM o Ethernet, aún poseen un tiempo prolongado de vida útil, en se analizará la forma de integrarlos a una red IP/MPLS que presenta mejores alternativas para la resolución de problemas e incluso un tiempo de respuesta menor a 50 ms en caso que un enlace falle.

Se podrá observar cómo los Equipos Alcatel – Lucent presentan las mejores características para implementar esta tecnología, tanto los equipos Concentradores, Distribuidores y Agregadores, se complementan perfectamente para desarrollar tecnologías como LTE.

Los servicios que una red basada en IP/MPLS presenta, tales como los *pseudowires* ayudan a que el tráfico 2G y 3G pueda ser transportado efectivamente en una red multiservicios. También se estudiará a las VPNs de capa 2 como de capa 3 (VPLS y VPRN).

Se podrá observar la configuración de los Equipos Alcatel – Lucent, para dar un mejor entendimiento de cómo es el funcionamiento de una Red IP/MPLS.

## DEDICATORIA

Todo el esfuerzo que me ha llevado este Proyecto de Grado, se la dedico a mis tres pilares fundamentales. A mi **Padre** que Dios acogió en su Seno años atrás, pero que su ausencia me ha hecho entender aún más el sentimiento de amor que día a día supo darme, a mi **Madre** que por su ternura y fortaleza se gana, con mucha lógica, el título de ser mi Ángel terrenal, y a mi gran ejemplo y mejor amigo, mi **Hermano** que siempre supo sostenerme cuando más la vida me hizo flaquear. Para ustedes, y por ustedes querida familia.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por las pruebas que puso en el camino, porque pese a todo, lo entiendo, por su grandeza y por no dejarme caer.

A mi Padre, que pese a que Dios lo llamó tiempo atrás, en vida me brindó todo el amor y cariño que un Padre pudo entregar, y se encargó que en cada risa lo recuerde, haciendo de su bendición, eterna y su legado unos sabios consejos.

A mi Madre por no desfallecer, por su fortaleza, por estar presente siempre, por su dureza y ternura, por su templanza y amor, por darme la oportunidad de seguir estudiando, y más que nada gracias por aún estar aquí.

A mi Hermano, porque me enseñó todo, porque siempre estuvo ahí cuando más lo necesité, por encarar a la vida de una manera irrefutable, por ser mi mejor amigo y por permitirme ser el suyo.

A toda mi familia, tíos, tías, primos y primas, por su innegable apoyo, porque sin ustedes muy difícilmente habiéramos salido de situaciones inmejorables, pero especialmente a ustedes Mami Piedad y Papi Camilo por ser el pilar fundamental para la familia entera.

A mis amigos por los momentos inmortales y por los que vendrán, por toda su ayuda y honestidad; a mi enamorada por demostrarme que puedo contar con ella en las peores circunstancias, por estar a mi lado siempre.

A mis Maestros, Director y Co – Director de tesis, por sus enseñanzas y por hacer de esta Universidad una de las mejores del país.

A la empresa Alcatel – Lucent por condescenderme aprender los conocimientos necesarios para llegar a ser un buen Ingeniero, y permitirme brindarles en retribución todo mi esfuerzo y dedicación.

**DIEGO P. DÍAZ P.**

## PRÓLOGO

Básicamente lo que busca este proyecto es demostrar que las tecnologías que hoy existen, y que son aquellas que las operadoras brindan, se encuentran, de cierta forma, obsoletas para poder realizar la prestación de nuevos servicios. Se planteará el diseño de una red que administre tiempos de convergencia sumamente pequeños, calidad de servicio e ingeniería de tráfico, y que aproveche la infraestructura ya instalada.

Será, por lo tanto, un gran aporte realizar el diseño de esta red debido a las demandas que en la actualidad existen, redes convergentes de bajo costo de implementación y que aprovechen recursos, que no necesiten de un cambio total de infraestructura, y con equipos que posean redundancia, ya sea de energía como de administración, y sean lo suficientemente robustos para soportar gran cantidad de tráfico y tecnología de punta como MPLS.

**CAPÍTULO 1:** En este primer capítulo se presenta la introducción al proyecto, en la cual se explica el plan a conocer los parámetros a considerar para el desarrollo de todo el proyecto.

**CAPÍTULO 2:** En el segundo capítulo se muestra toda la teoría, ventajas y desventajas de utilizar una red IP/MPLS; la comparación con otras tecnologías de transporte y por qué, se acopla de la mejor manera a las futuras necesidades de las operadoras.

**CAPÍTULO 3:** En este capítulo se muestra tanto las características técnicas como comerciales de los equipos Alcatel – Lucent. Se justifica el por qué se

escogieron estos equipos para el diseños, e ilustraciones gráficas de lo que se va a utilizar.

**CAPÍTULO 4:** Los Servicios que se pueden implementar en una red IP/MPLS son ahondados en este Capítulo, la forma en que trabajan y cómo benefician a las actuales redes de implementarse.

**CAPÍTULO 5:** Este Capítulo es el más importante, se muestra la aplicación de todo lo visto anteriormente, el diseño de la red, la planificación IP, y la configuración de los Equipos Alcatel – Lucent.

**CAPÍTULO 6:** En este último Capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones extraídas una vez estudiados todos los campos necesarios para el diseño de una Red Multiservicios.

**ANEXOS:** En esta sección se presentan las configuraciones de los equipos que se presentan en la Red, además de sus correspondientes hojas técnicas.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRÓLOGO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
GLOSARIO.....	xiv

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
2 MPLS Y RED MULTISERVICIOS.....	4
2.1 DEFINICIÓN DE MPLS.....	4
2.1.1 APLICACIONES DE MPLS.....	5
2.2 OPERACIÓN DE MPLS Y ESTRUCTURA DE ETIQUETAS.....	8
2.2.1 MPLS EN EL MODELO OSI.....	8

---

2.2.2	ETIQUETAS DE MPLS.....	9
2.2.3	OPERACIÓN DE MPLS PUSH, SWAP Y POP.....	11
2.2.4	TABLAS EN UNA RED MPLS.....	13
2.3	SEÑALIZACIÓN DE ETIQUETAS ¿QUÉ ES UN LSP?.....	14
2.3.1	SEÑALIZACIÓN DE ETIQUETAS.....	15
2.3.2	LSPs ESTÁTICOS.....	15
2.3.3	LSPs SEÑALIZADOS.....	16
2.4	LDP “LABEL DISTRIBUTION PROTOCOL”.....	16
2.4.1	CATEGORÍAS DE LOS MENSAJES LDP.....	17
2.4.2	IDENTIFICADOR LDP.....	18
2.4.3	DESCUBRIMIENTO DE VECINOS LDP.....	19
2.4.4	DIRECCIÓN DE TRANSPORTE LDP.....	19
2.4.5	ESTABLECIMIENTO DE SESIÓN LDP.....	21
2.4.6	INTERCAMBIO DE ETIQUETAS LDP.....	23
2.4.7	RAZONES PARA LA REMOCIÓN DE ETIQUETAS.....	23
2.4.8	SEÑALIZACIÓN LDP.....	24
2.4.9	ECMP PARA LDP.....	25
2.5	RESTRICCIONES DE LAS MEJORAS DE LOS PROTOCOLOS IGP.....	26
2.5.1	VECTOR DISTANCIA.....	27
2.5.2	ESTADO DE ENLACE.....	28
2.5.3	COMPARACIÓN DE LOS PROTOCOLOS RIPv2, OSPF e IS – IS ..	28

---

2.5.4	CSPF “CONSTRAINED SHORT PATH FIRST”.....	29
2.6	RSVP Y RSVP – TE.....	30
2.6.1	MENSAJES RSVP Y CREACIÓN DE LSPs.....	31
2.6.2	RSVP – TE (INGENIERÍA DE TRÁFICO).....	32
2.6.3	ESTILOS DE RESERVA RSVP.....	35
2.6.4	PROTECCIÓN DE LSPs CON MPLS/RSVP – TE .....	37
2.7	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS ACTUALES CON MPLS.....	41
2.7.1	REDES IP.....	41
2.7.2	REDES ATM.....	43
2.7.3	BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA MPLS.....	45
CAPÍTULO III.....		48
3	EQUIPOS ALCATEL – LUCENT.....	48
3.1	DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS ALU.....	48
3.1.1	MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y ADAPTADORES DE SERVICIO..	50
3.2	ROUTER DE SERVICIO 7750 SR – 12.....	52
3.2.1	SAM “SERVICE AWARE MANAGEMENT”.....	54
3.2.2	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS.....	54
3.2.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	54
3.3	ROUTER DE SERVICIO 7750 SRc – 12.....	57
3.3.1	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS.....	58
3.3.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	59

---

3.4	ROUTER DE AGREGACIÓN DE SERVICIO 7705 SAR – 8.....	60
3.4.1	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS.....	62
3.4.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	63
	CAPÍTULO IV.....	65
4	SERVICIOS DE UNA RED MULTISERVICIOS.....	65
4.1	PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA LA CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS.....	65
4.2	SERVICIOS PUNTO A PUNTO.....	66
4.2.1	DESCRIPCIÓN DE E – PIPE.....	67
4.2.2	DESCRIPCIÓN DE C – PIPE.....	68
4.2.3	DESCRIPCIÓN DE F – PIPE.....	69
4.2.4	DESCRIPCIÓN DE A – PIPE.....	70
4.3	SERVICIOS MULTIPUNTO - MULTIPUNTO.....	71
4.3.1	VPLS “VIRTUAL PRIVATE LAN SERVICE”.....	72
4.3.2	VPRN “VIRTUAL PRIVATE REMOTE NETWORKING”.....	75
	CAPÍTULO V.....	79
5	DISEÑO DE LA RED MULTISERVICIOS PARA EL TRANSPORTE DE TRÁFICO 2G Y 3G .....	79
5.1	PREMISAS DE DISEÑO DE LA RED.....	79
5.1.1	RED “CARRIER CLASS”.....	80
5.1.2	CONFIGURACIÓN BAJO UNA SOLA ÁREA OSPF.....	82
5.1.3	SERVICIOS QUE BRINDA UNA OPERADORA.....	85

5.1.4 GRUPO DE AGREGACIÓN DE ENLACE.....	88
5.2 DIAGRAMA DE LA RED MULTISERVICIOS.....	89
5.3 DIRECCIONAMIENTO IP DE LA RED.....	90
5.4 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS.....	93
5.5 DIAGRAMA FINAL DE LA RED.....	94
CAPÍTULO VI.....	95
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	95
6.1 CONCLUSIONES.....	95
6.2 RECOMENDACIONES.....	97

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 2.1. TABLAS EN UNA RED MPLS.....	12
TABLA 2.2. TIPOS DE MENSAJES LDP.....	17
TABLA 2.3. ESTADOS DE TRANSICIÓN E LA INICIALIZACIÓN DE UNA SESIÓN..	21
TABLA 2.4. COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS IGP.....	28
TABLA 2.5. BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE REDES IP.....	40
TABLA 3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 7750 ALU.....	54
TABLA 3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS 7705 ALU.....	62
TABLA 4.1. TIPOS DE ENCAPSULAMIENTO PARA PUERTOS ETHERNET.....	67
TABLA 5.1. TABLA COMPARATIVA ENTRE REDES OSPF DE UNA Y MULTIÁREA..	84
TABLA 5.2. TABLA COMPARATIVA ENTRE L2VPN Y L3VPN.....	87
TABLA 5.2. TABLA COMPARATIVA ENTRE L2VPN Y L3VPN.....	87
TABLA 5.3. ASIGNACIÓN DE REDES IP.....	89

TABLA 5.4. REDES IP PARA ENLACES PUNTO A PUNTO.....89

TABLA 5.5. DIRECCIONES DE SISTEMA DE LOS EQUIPOS PARTICIPANTES.....90

TABLA 5.6. REDES IP PARA ENLACES CON NODOS B.....90

TABLA 5.7. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERFACES DE LOS EQUIPOS ALU.....91

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 2.1. REPRESENTACIÓN DE LSPs.....5

FIGURA 2.2. REPRESENTACIÓN DE INGENIERÍA DE TRÁFICO EN UNA RED MPLS..5

FIGURA 2.3. REPRESENTACIÓN DE SERVICIOS VPNs EN UNA RED MPLS.....6

FIGURA 2.4. INTEGRACIÓN DE MPLS EN EL MODELO OSI.....7

FIGURA 2.5. IMPLEMENTACIÓN DE ETIQUETAS MPLS.....9

FIGURA 2.6. ENCABEZADO MPLS.....9

FIGURA 2.7. OPERACIÓN DE LAS ETIQUETAS EN MPLS - PUSH.....10

FIGURA 2.8. OPERACIÓN DE LAS ETIQUETAS EN MPLS - SWAP.....11

FIGURA 2.9. OPERACIÓN DE LAS ETIQUETAS EN MPLS - POP.....12

FIGURA 2.10. PDU DE LDP.....16

FIGURA 2.11. IDENTIFICADOR LDP.....18

FIGURA 2.12. DIRECCIÓN DE TRANSPORTE LDP.....19

FIGURA 2.13. ESTABLECIMIENTO DE LA SESIÓN LDP.....21

FIGURA 2.14. SEÑALIZACIÓN LDP.....23

FIGURA 2.15. MENSAJES RSVP.....30

FIGURA 2.16. RESERVACIÓN FF.....35

FIGURA 2.17. RESERVACIÓN SE.....36

FIGURA 2.18. LSP PRIMARIO CON LSP SECUNDARIO.....37

FIGURA 2.19. PROTECCIÓN DE UN ENLACE.....39

FIGURA 2.20. HIPER AGREGACIÓN EN UNA RED IP TRADICIONAL.....	41
FIGURA 3.1. VISTA DEL CHASIS 7750 SR - 12.....	52
FIGURA 3.2. VISTA FRONTAL DEL EQUIPO 7750 SR - 12.....	54
FIGURA 3.3. VISTA DEL CHASIS 7750 SRc - 12.....	57
FIGURA 3.4. VISTA FRONTAL DEL EQUIPO 7750 SRc - 12.....	58
FIGURA 3.5. VISTA DEL CHASIS 7705 SAR - 8.....	60
FIGURA 3.6. VISTA FRONTAL DEL EQUIPO 7705 SAR - 8.....	63
FIGURA 4.1. SERVICIOS VPWS EN UNA RED IP/MPLS.....	66
FIGURA 4.2. SERVICIO E - PIPE LOCAL Y DISTRIBUIDO.....	67
FIGURA 4.3. SERVICIO C - PIPE.....	68
FIGURA 4.4. SERVICIO F - PIPE.....	69
FIGURA 4.5. SERVICIO A - PIPE.....	70
FIGURA 4.6. DESCRIPCIÓN DE VPLS LOCAL Y DISTRIBUIDA.....	72
FIGURA 4.7. REPRESENTACIÓN DE DOS VPLS.....	72
FIGURA 4.8. PROVEEDOR DE SERVICIOS VS CLIENTES.....	74
FIGURA 4.9. VPRNs SOBRE UNA RED IP/MPLS.....	75
FIGURA 4.10. ESTRUCTURA DE UNA VPN - IPv4.....	77
FIGURA 4.11. EJEMPLO DE ROUTE DISTINGUISHER.....	77
FIGURA 5.1. DESPLIEGUE DE UNA RED MULTISERVICIOS BAJO UNA SOLA ÁREA OSPF.....	82
FIGURA 5.2. DESPLIEGUE DE UNA RED MULTISERVICIOS BAJO OSPF MULTIÁREA.....	83
FIGURA 5.3. DIAGRAMA DE LA RED MULTISERVICIOS.....	88
FIGURA 5.4. DIAGRAMA FINAL DE LA RED MULTISERVICIOS.....	93

---

**ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1. BROCHURE DE LOS EQUIPOS ALCATEL - LUCENT 7750 SR.....	98
ANEXO 2. HOJA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS ALCATEL - LUCENT 7750 SR.....	113
ANEXO 3. BROCHURE DE LOS EQUIPOS ALCATEL - LUCENT 7705 SAR.....	122
ANEXO 4. HOJA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS ALCATEL - LUCENT 7705 SAR.....	130
ANEXO 5. CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS ALCATEL - LUCENT PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DE LA RED.....	137

## GLOSARIO

**MPLS.-** “Multi – Protocol Label Switching” es una solución que integra el control del enrutamiento IP (capa 3) con la simplicidad de la conmutación de la capa 2.

**Ethernet.-** Estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones.

**ATM.-** Es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

**Frame Relay.-** Técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuito virtual, introducida por la ITU-T a partir de la recomendación I.122 de 1988. Consiste en una forma simplificada de tecnología de conmutación de paquetes que transmite una variedad de tamaños de tramas o marcos (“frames”) para datos, perfecto para la transmisión de grandes cantidades de datos.

**LSP.-** Define un camino a través de la red que todos los paquetes asignados a un FEC específico lo siguen.

**BGP.-** Protocolo mediante el cual se intercambia información de encaminamiento entre sistemas autónomos.

**VPN.-** Tecnología de red que permite una extensión de la red local sobre una red pública o no controlada, como por ejemplo Internet.

**VPRN.-** Es otro tipo de VPN (Capa 3) que permite la conexión de múltiples sitios dominio **enrutado** sobre una red IP/MPLS administrada por un proveedor de servicios.

**VPLS.-** Es una clase de VPN (Capa 2) que permite la conexión de múltiples sitios en un dominio **conmutado** sobre una red IP/MPLS administrada por un proveedor de servicios

**RSVP.-** Solicita recursos para flujos en una sola dirección (unidireccional).

**LDP.-** Protocolo para la distribución de etiquetas

**RSVP – TE.-** RSVP con Ingeniería de Tráfico.

**7750 SR – 12.-** Enrutador Alcatel – Lucent, Router de Servicio.

**7750 SR – c12.-** Enrutador Alcatel – Lucent, Router de Servicio.

**7705 SAR – 8.-** Enrutador Alcatel – Lucent, Router de Agregación de Servicio.

**E – PIPE.-** Servicio Punto a Punto, que sirve para transportar tráfico Ethernet.

**C – PIPE.-** Servicio Punto a Punto, que sirve para transportar tráfico TDM.

# CAPÍTULO I

## 1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado tiene por objetivo el análisis del funcionamiento de las actuales redes con las cuales brindan servicios las operadoras telefónicas y el planteamiento de una mejora para las mismas, con el diseño de una Red Multiservicios con equipos que soporten montar una tecnología como esta.

Si bien es cierto los sistemas ATM e IP fueron la solución a muchos problemas, en la actualidad sus características son insuficientemente óptimas como para poder presentar nuevos servicios, mismos que requieren que el concepto tradicional de disponer redes separadas para soportar los distintos tipos de comunicación desaparezca.

Las redes multiservicios están basadas en *troncales* capaces de transportar cualquier tipo de servicio sobre cualquier infraestructura, haciendo posible la verdadera convergencia de los distintos servicios que por separado han dominado hasta hoy las comunicaciones.

Los equipos Alcatel – Lucent, presentan características de confiabilidad, redundancia, soporta enrutamiento y conmutación en base a etiquetas (Servicios MPLS), además son lo suficientemente robustos para soportar una red multiservicios, por esto y otras funcionalidades que se presentarán en el presente proyecto, se escogieron estos equipos para el desarrollo del proyecto.

Estamos concientes que la transformación de prácticamente todas las comunicaciones a redes Ethernet/IP/MPLS ha generado grandes cambios. Sin embargo, aún existe una enorme base instalada de equipos que utilizan TDM, que dependen del transporte PDH/SDH y de la información de los circuitos de control. Aunque es posible que estos servicios TDM no se reemplacen en su totalidad a corto plazo, se aprovecha cada vez más la mayor flexibilidad y el costo menor que ofrece la **tecnología MPLS** para redes metropolitanas.

MPLS es una solución que integra el control del enrutamiento IP (capa 3) con la simplicidad de la conmutación de la capa 2. Además, MPLS permite a los proveedores de servicios construir redes altamente confiables y escalables, ofrecer a los clientes de IP servicios diferenciados en función de calidad de servicio y otras características.

La finalidad de la integración de redes es el poder optimizar el servicio brindado por las redes actuales de transporte masivo; ya que tanto los nuevos abonados como los nuevos servicios que se les puede ofrecer requieren una utilización del medio más eficaz y productiva.

## **CAPÍTULO II**

### **2 MPLS “Multi – Protocol Label Switching” Y RED MULTISERVICIOS**

En este capítulo se analizan diferentes conceptos fundamentales, que serán abordados a lo largo del desarrollo de este proyecto, además de se realiza un estudio comparativo entre las actuales tecnologías de transporte (IP y ATM) y MPLS.

#### **2.1 DEFINICIÓN DE MPLS**

MPLS, por sus siglas en inglés, (“Multi – Protocol Label Switching”) es una solución que integra el control del enrutamiento IP (capa 3) con la simplicidad de la conmutación de la capa 2.

De forma más concreta, MPLS es una tecnología de conmutación de etiquetas la capacidad de Ingeniería de Tráfico de ATM con la flexibilidad y escalabilidad de IP. MPLS provee la habilidad de establecer caminos orientados a la conexión sobre redes IP no orientadas a la conexión, y facilita un mecanismo para administrar ingeniería de tráfico independientemente de

las tablas de enrutamiento. La tecnología MPLS ofrece muchos servicios como las VPNs de Capa 3, Ingeniería de Tráfico, protección de tráfico y VPNs de Capa 2 [1].

Se lo define como Multiprotocolo debido a que es capaz de trabajar con IP ATM, Frame Relay (entre otros).

Por características como estas, MPLS permite, a los proveedores de servicio, construir redes altamente confiables, además de ofrecer a los clientes IP servicios diferenciados en función de la calidad de servicio.

Los caminos que MPLS forma son conocidos como LSPs (“*Label Switched Path*”) que provee un mecanismo de administrar el tráfico de la red independientemente de las tablas de enrutamiento.

### **2.1.1 Aplicaciones de MPLS**

Las aplicaciones más relevantes de la tecnología MPLS son descritas brevemente a continuación para, en el desarrollo de este capítulo, ir las ahondando con más claridad.

#### **a. Shortcuts LSP**

Con esta aplicación un proveedor de servicios puede reducir el requerimiento de sesiones de intercambio para iBGP en malla completa; los LSPs y las sesiones de intercambio en malla se dan entre los Routers de frontera (EBGP “*Edge BGP Routers*”), es decir aquellos que se comunican con otro sistema autónomo [1].

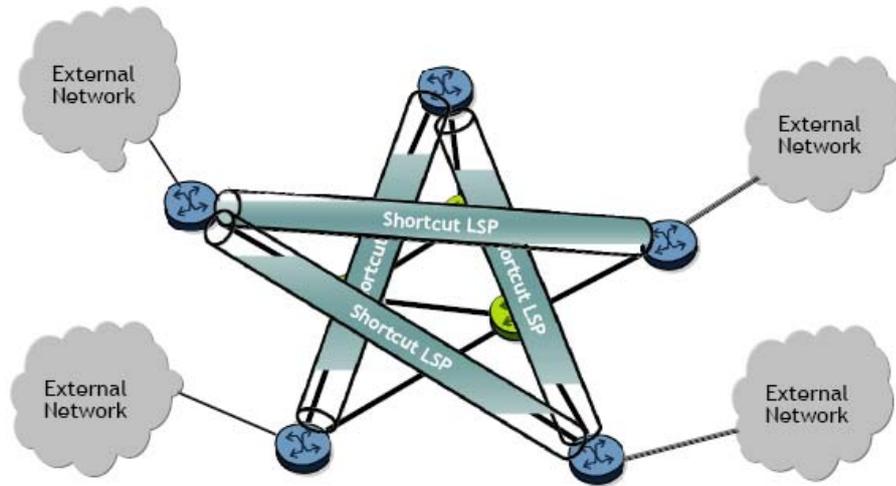
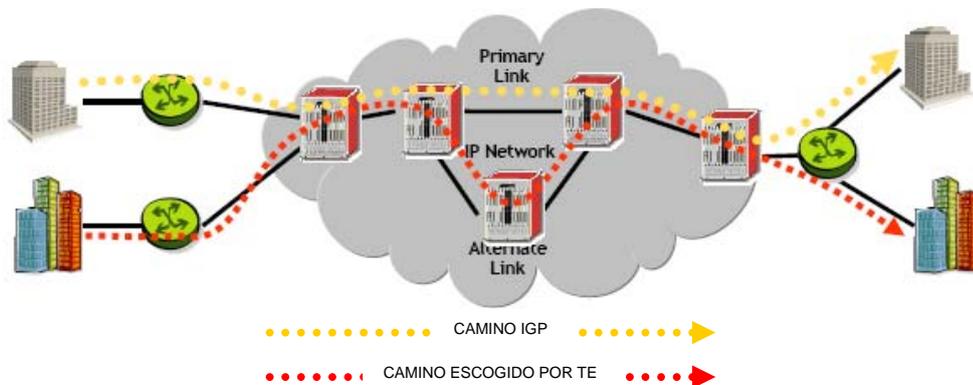


Figura 2.1.- Representación de LSPs.

Los EBGP a continuación, definen como el siguiente salto en el extremo del LSP y envía el flujo de datos a través de un túnel, es por esto que los enrutadores core no realizan ningún intercambio de información IP, y tampoco participan en el intercambio de iBGP, como se muestra en la figura 2.1.

### b. Ingeniería de Tráfico

Los protocolos de enrutamiento IP son incapaces de seleccionar la mejor ruta basados en la utilización de la red, la selección se la realiza con el menor costo, lo que por lo general conlleva a la hiper – agregación en ciertos links. Como el envío de paquetes en una red MPLS se lo hace de extremo a extremo, por lo tanto caminos alternos pueden ser creados [1].



**Figura 2.2.-** Representación de Ingeniería de Tráfico en una red MPLS.

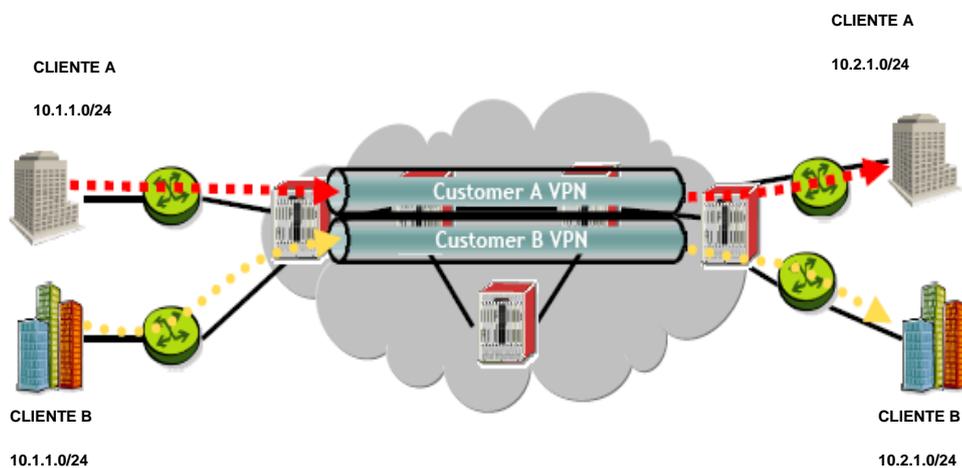
Además, caminos enrutados previamente pueden ser usados para cumplir con condiciones tales como calidad de servicio.

### c. Alta disponibilidad y redundancia

Establecer caminos alternativos para proveer servicios con alta disponibilidad, además de poder habilitar “*fast reroute*” para que la red se adapte rápidamente a cualquier cambio. Esto podemos apreciarlo en la *Figura 2.1* el segundo camino es previamente establecido por lo que el tiempo de convergencia es menor [1].

### d. Servicios VPNs

Como todos los datos de una red MPLS son transportados en túneles LSPs, MPLS provee una base ideal para la construcción de VPNs (“*Virtual Private Networks*”). El tráfico del cliente es identificado cuando entra en la red del proveedor de servicio y se asigna a un LSP apropiado a través de la red. En el lado de frontera los datos son entregados al cliente correspondiente [1].



**Figura 2.3.-** Representación de Servicios VPNs en una red MPLS.

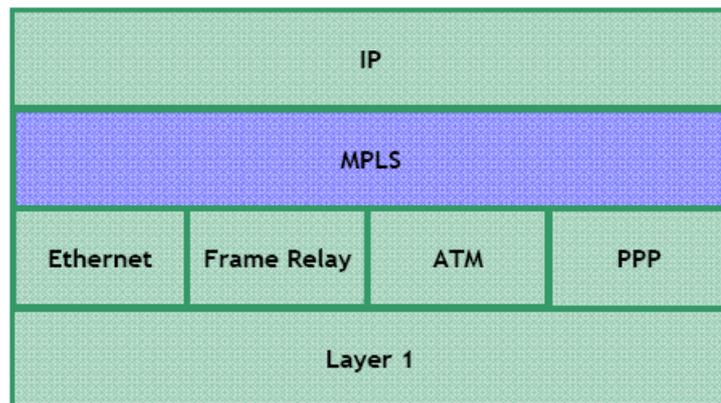
Como se muestra en la *Figura 2.3*, esto permite a los proveedores de servicio usar la misma infraestructura para múltiples clientes pero manteniendo una completa separación entre ellos. Como los datos del cliente son

encapsulados dentro de un **paquete MPLS con etiqueta**, el tipo de paquete y su dirección IP es irrelevante. Por lo tanto, MPLS puede ser usado tanto en VPNs de capa 3 como enlaces virtuales de capa 2 privados.

## 2.2 OPERACIÓN DE MPLS Y ESTRUCTURA DE ETIQUETAS

### 2.2.1 MPLS en el modelo OSI

MPLS logra integrarse perfectamente al modelo OSI trabajando, en la mitad de la capa dos y tres, es decir se coloca entre la capa de enlace y de red tal como se muestra en la *figura 2.4*:



**Figura 2.4.-** Integración de MPLS en el modelo OSI.

Además MPLS es compatible con los siguientes protocolos de enlace, con los siguientes códigos hexadecimales identificadores:

- Ethernet.- 0x8847.
- *Cisco High-level Data Link Control (HDLC).*- 0x88847.
- *Generic Router Encapsulation (GRE) tunnel.*- 0x8847.

- *Poit – to – Point Protocol (PPP)*.- ID del protocolo 0x0281, *Network Control Protocol (NCP)*.- ID del protocolo 0x8281.
- *Asynchronous Transfer Mode (ATM)*.- Soporta tanto de punto a punto como el NBMA (Modo de Acceso de no Difusión). 0x8847.
- *Frame Relay*.- 0x8847.

### 2.2.2 Etiquetas de MPLS

Una vez que hemos visto cómo se integra MPLS a las redes convencionales, veremos su operación a nivel de etiquetas.

Una etiqueta es un identificador pequeño, de tamaño fijo y localmente significativo que es aplicado a cada paquete de transmisión. Es usado para identificar el FEC (*“Forwarding Equivalente Class”*) al cual cada paquete es asignado. Típicamente la FEC a la cual es asignada cada paquete, se basa en la dirección IP de destino.

Una mayor clasificación de los paquetes de ingreso se puede realizar basada en otros parámetros diferentes a la dirección IP de destino, como la dirección IP de origen, el puerto o la interfaz, QoS, políticas administrativas y otras.

Entonces, se puede definir a un **paquete etiquetado** como un paquete en el cual una etiqueta MPLS ha sido insertada; para esto se usan dos técnicas:

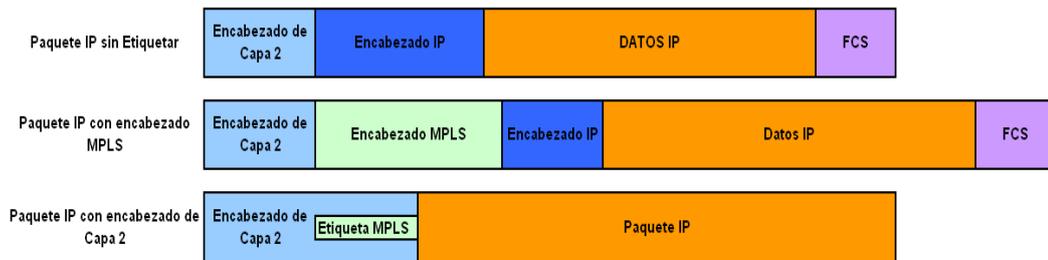
- **Frame Mode**.- La cabecera de MPLS es adicionada a la trama conteniendo la etiqueta MPLS y otra información.

Los valores de MPLS son transportados en un encabezado MPLS específico, como se muestra en la *figura 2.5*.

- **Cell Mode.-** En el caso de ATM o Frame Relay, la construcción de la etiqueta se basa en la asignación del ID de circuito en la cabecera de la capa de enlace de datos existente [10]. (Este modo no es compatible en los equipos Alcatel Lucent 7x50).

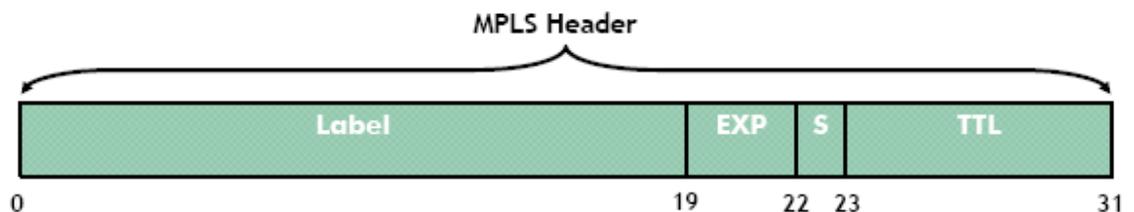
Las etiquetas MPLS son transportadas en el encabezado de la capa 2 (Por ejemplo de ATM y Frame Relay). Esto se lo puede apreciar en la *figura 2.5*.

El encabezado MPLS, se ubica en la trama entre los encabezados de capa 2 (por ejemplo Ethernet) y capa 3 (por ejemplo IP).



**Figura 2.5.-** Implementación de Etiquetas MPLS.

La estructura del encabezado MPLS, el cual existe específicamente en una red MPLS, es mostrado a continuación. Cada encabezado MPLS tiene una longitud fija de 4 bytes (32 bits) y contiene los siguientes campos:



**Figura 2.6.-** Encabezado MPLS.

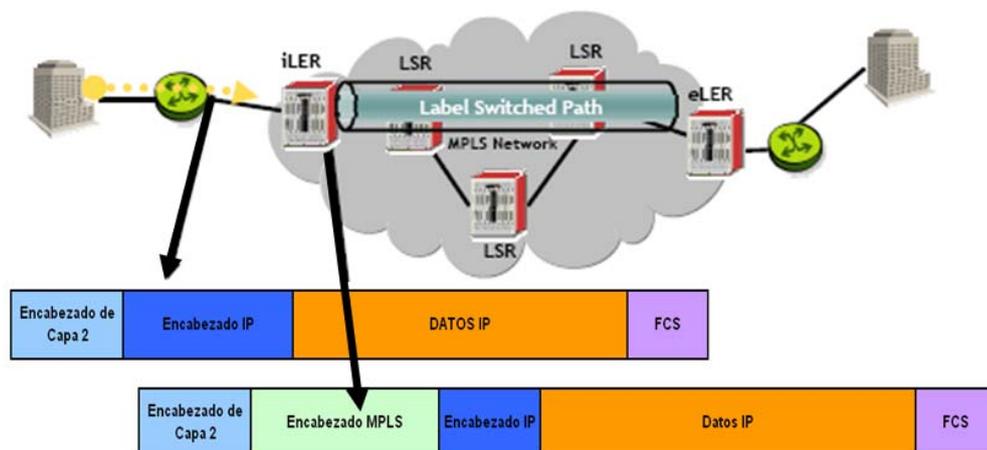
- **Label.-** Es el valor de la etiqueta, utiliza 20 bits.

- **EXP.-** Para uso experimental, utiliza 3 bits. Normalmente se lo usa para la QoS, es decir lleva los bits de asignación desde la capa 3 (ToS “*Type of Service*”) o desde la capa 2 (CoS “*Class of Service*”).
- **S.-** Fondo de la pila, 1 bit. (0L: le siguen etiquetas adicionales, 1L: última entrada de de etiqueta en la pila).
- **TTL.-** Tiempo de vida, 8 bits, usado para la prevención de loops, es muy similar al TTL tradicional usado en IP.

Como la etiqueta posee un tamaño fijo, las operaciones con los paquetes son mucho más simples y veloces que con el envío convencional IP. La técnica de codificación implementada por el encabezado de MPLS algunas veces es referida al *frame mode* de MPLS.

### 2.2.3 Operación de MPLS PUSH, SWAP y POP

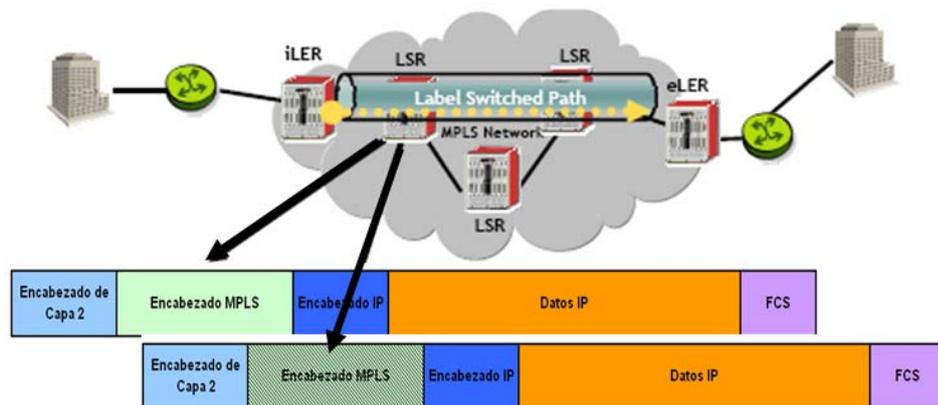
En la operación **Push** un encabezado MPLS es insertado en un paquete IP sin etiquetar.



**Figura 2.7.-** Operaciones de las Etiquetas en MPLS – PUSH.

- Un paquete IP sin etiquetar llega a la interfaz de un iLER, es decir a la frontera del dominio MPLS.
- Una búsqueda de enrutamiento es realizado y se determina que el paquete debe ser enviado dentro del dominio MPLS, ya que una etiqueta de MPLS se asocia a la interfaz de salida.
- El iLER debe insertar un encabezado MPLS (conteniendo la etiqueta) en el paquete IP actual antes de enviarlo dentro del dominio MPLS.

Ahora bien, en **SWAP** la etiqueta es reemplazada en la cabecera MPLS en la parte superior de la pila de etiquetas con un nuevo valor de etiqueta.

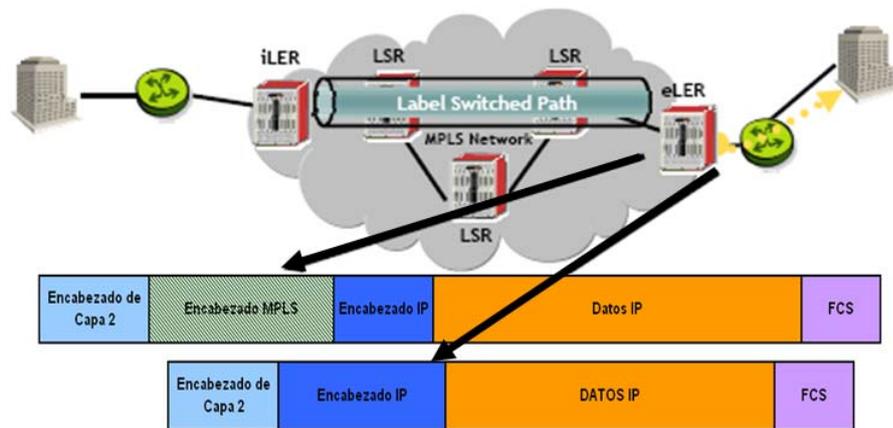


**Figura 2.8.-** Operaciones de las Etiquetas en MPLS – SWAP.

- Un paquete IP etiquetado llega a una interfaz de un LSR de el dominio MPLS.
- Se realiza una búsqueda en la etiqueta y en la interfaz de ingreso, y una nueva cabecera es asignada al paquete para enviarlo a través del dominio MPLS.
- El LSR debe reemplazar el valor de la etiqueta por uno nuevo en el paquete entrante antes de enviarlo al siguiente LSR.

- Este proceso se repite una y otra vez, en cada LSR a lo largo de cada LSR que posea el dominio MPLS.

En el caso de **POP**, la etiqueta es removida de la pila de etiquetas.



**Figura 2.9.-** Operaciones de las Etiquetas en MPLS – POP.

- Un paquete IP etiquetado llega a la interfaz de un eLER en la frontera del dominio MPLS.
- Cuando se realiza la búsqueda se determina que el paquete debe ser enviado fuera del dominio MPLS, ya que ninguna etiqueta MPLS es asociada a la interfaz de egreso.
- El eLER debe remover la cabecera MPLS del paquete y enviar tan sólo paquetes sin etiquetar fuera del dominio MPLS.

### 2.2.4 Tablas en una Red MPLS

Existen múltiples tablas que un router, que soporta MPLS, posee cuando se habilita dicho protocolo, a continuación se definen las más importantes:

NOMBRE	SIGNIFICADO	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
RIB	"Routing Information	Actualizaciones de	Intercambio de protocolos

	<b>Base"</b>	enrutamiento recibidas	de enrutamiento- Cada protocolo tiene su propia RIB
<b>FIB</b>	<b>"Forwarding Information Base"</b>	Rutas Activas	Se selecciona las rutas activas de todos los protocolos con "mejor" rutas
<b>NOMBRE</b>	<b>SIGNIFICADO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>LIB</b>	<b>"Label Information Base"</b>	Etiquetas MPLS recibidas y localmente generadas	Intercambio de etiquetas MPLS
<b>LFIB</b>	<b>"Label Forwarding Information Base"</b>	Etiquetas usadas por el LSR	Las etiquetas asignadas a las rutas activas (para cada nuevo salto)

Tabla 2.1.- Tablas en una red MPLS.

FIB y LFIB son usadas para el envío de paquetes.

### 2.3 SEÑALIZACIÓN DE ETIQUETAS ¿QUÉ ES UN LSP “LABEL SWITCHED PATH”?

Un **LSP** define un camino a través de la red que todos los paquetes asignados a un FEC específico lo siguen.

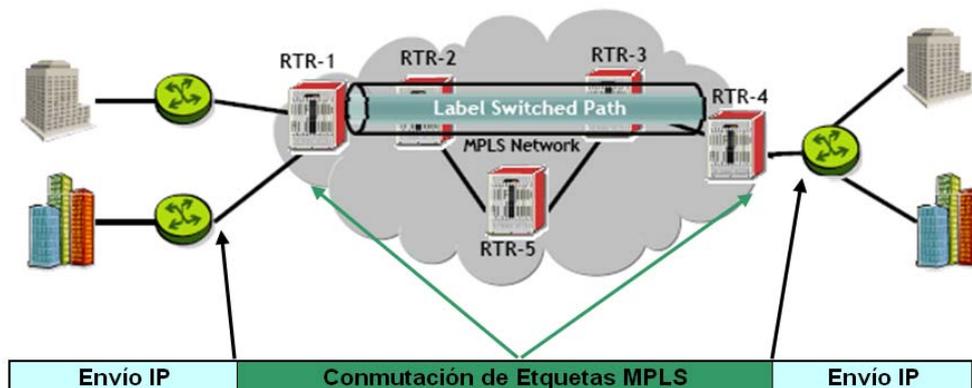


Figura 2.10.- Envío de un paquete a través de un LSP.

En el camino *end – to – end* entre dos sistemas, parte de la red puede pertenecer a una red IP tradicional y otra parte a un dominio MPLS. Lógicamente, donde no se encuentre soportado MPLS, los métodos de envío IP son utilizados.

Para poder crear un LSP, es necesario distribuir las etiquetas para el camino. Las etiquetas siempre son distribuidas por un router *downstream* en dirección *upstream* (Esto se lo hace en base a la dirección del flujo de datos). Para la distribución de etiquetas hay un sinnúmero de protocolos:

- LDP.
- RSVP – TE.
- *Targeted* LDP.
- *Multiprotocol* BGP.

La definición y características de estos protocolos se los ahondará más adelante.

### **2.3.1 Señalización y Distribución de Etiquetas**

La arquitectura MPLS no asume un solo protocolo de Distribución de Etiquetas. Existen varios protocolos que están siendo, o han sido estandarizados. Ciertos protocolos han sido extendidos, tanto que los procedimientos de distribución pueden ser llevados en ellos (RSVP – TE). También, nuevos protocolos han sido creados explícitamente para la distribución de etiquetas (LDP).

Muy similar al enrutamiento estático, son posibles procedimientos manuales para la asignación y distribución de etiquetas.

### 2.3.2 LSPs Estáticos

Todo LSP estático se especifica administrativamente mediante la definición de una ruta estática. Los enrutadores de ingreso, tránsito y egreso deben ser configurados manualmente con las etiquetas para cada LSP (por FEC). Recordando que cada **LSP es unidireccional**, se requiere la creación de dos LSPs para que la comunicación bidireccional sea operativa.

La ventaja de un LSP estático sobre un dinámico, es que los protocolos dinámicos de señalización de etiquetas no son requeridos. Claro, si la topología de la red o las preferencias administrativas cambian, el mantenimiento del LSP estático se convierte en una tarea administrativa.

### 2.3.3 LSPs Señalizados

Los LSPs señalizados son establecidos dinámicamente usando protocolos de señalización como LDP o RSVP – TE. Los operadores están obligados a configurar los enrutadores con MPLS, ya sea con LDP o RSVP – TE para señalar de forma dinámica la ruta y la distribución de los enlaces de etiquetas para la asignación de las mismas, en los LSRs.

Existen múltiples opciones para la configuración de LSPs señalizados. De todas formas, el prerequisite básico para que la señalización ocurra, es el establecimiento de la topología IGP de enrutamiento a través del dominio del proveedor de servicio.

## 2.4 LDP “LABEL DISTRIBUTION PROTOCOL”

LDP es un protocolo para la distribución de etiquetas. Los enrutadores configurados para el Protocolo LDP establecerán sesiones LDP y se convertirán en *compañeros* (*peers*). Las sesiones LDP permiten el intercambio de la información de etiquetas y los FEC vinculantes a cada paquete [2].

El **PDU** de LDP es una cabecera seguida por uno o más mensajes LDP. Tal como se muestra en la *figura 2.10* una cabecera LDP contiene los siguientes campos:

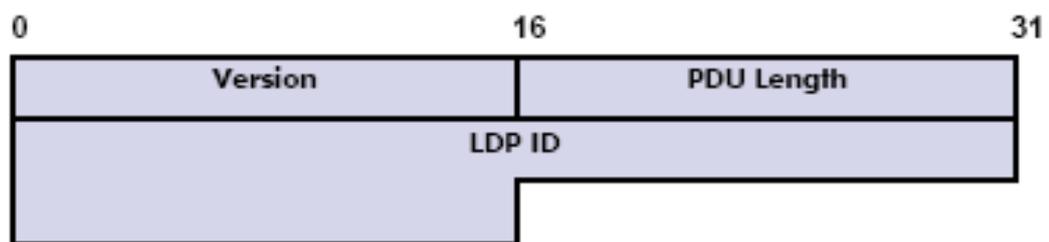


Figura 2.11.- PDU de LDP.

- **Versión.**- Posee información de la versión del protocolo, se le asigna dos octetos para esto.
- **Longitud del PDU.**- Especifica el tamaño de los PDU en dos octetos, excluyendo la Versión y éste campo. El tamaño máximo del PDU es negociable cuando una sesión LDP es inicializada. Antes de la conclusión de las negociaciones, el tamaño máximo permitido es de 4096 bytes.
- **Identificador del LDP.**- Identifica únicamente a la etiqueta del LSR que está enviando, para el cual el PDU aplica. Los primeros 4 octetos identifican al LSR y deben poseer un número único globalmente, también son usados para la detección de “*loops*”. Los últimos dos octetos identifican a la etiqueta con el LSR. Note que no es necesario la alineación del primer octeto del PDU.

### 2.4.1 Categorías de los Mensajes LDP

LDP utiliza los servicios de transporte de UDP y TCP.

Se usa **UDP** para los mensajes “*discovery*”, y **TCP** para los mensajes de establecimiento de sesión, “*advertisement*” y “*notification*”.

Como se puede observar, son cuatro las categorías de mensajes LDP:

- *Discovery*.- Periódicamente anuncian y mantienen la presencia de un LSR en una red.
- *Session*.- Establecen, mantienen y finalizan las sesiones entre dos enrutadores con LDP.
- *Advertisement*.- Crean cambian y borran las asignaciones de las etiquetas para las FECs.
- *Notification*.- Usados para las señales de error.

TIPO	NOMBRE	FUNCIÓN
0X0001	<b>Notificación</b>	Señales de error y otros eventos
0X0100	<b>Hello</b>	Anuncia la presencia de un LSR
0X0200	<b>Inicialización</b>	Inicia el proceso de establecimiento de la sesión
0X0201	<b>Keep Alive</b>	Monitorea la integridad de la sesión LDP
0X0300	<b>Address</b>	Publica las direcciones de una interfaz a un enrutador con LDP
0X0301	<b>Address Withdraw</b>	Retira una interfaz previamente publicada
0X0400	<b>Label Mapping</b>	Publica una etiqueta de un FEC perteneciente a un enrutador con LDP
0X0401	<b>Label Request</b>	Solicita una etiqueta de un FEC perteneciente a un enrutador con LDP
0X0402	<b>Label Withdraw</b>	Retira señales previamente publicadas que no serán usadas
0X0403	<b>Label Release</b>	Libera señales que el LSR no necesita más, específicamente de etiquetas de FEC que previamente haya sido requerido por el enrutador.
0X0404	<b>Label Abort Request</b>	Anula un mensaje específico de Request
0X3E00 - 0X3EFF	<b>Vendor Private</b>	Usado para transmitir información de un proveedor privado entre LSRs
0X3F00 - 0X3FFF	<b>Experimental</b>	Extensión experimental LDP

Tabla 2.2.- Tipos de mensajes LDP.

### 2.4.2 Identificador LDP

Como se muestra en la *figura 2.11* es un campo de 6 bytes usado para reconocer el espacio de la etiqueta de un LSR.

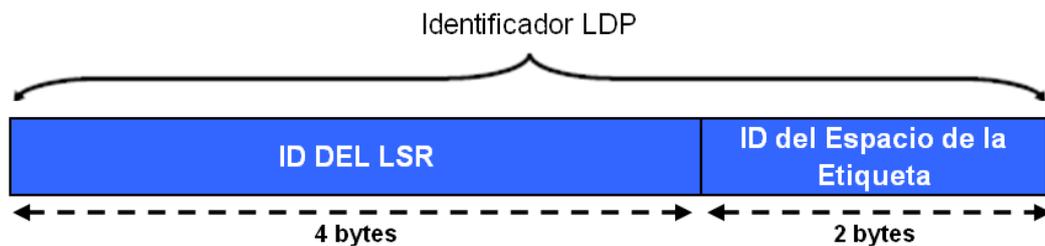


Figura 2.12.- Identificador LDP.

Los primeros cuatro octetos identifican el LSR y deben ser un valor globalmente único (Típicamente la dirección IP).

Los dos últimos octetos identifican un espacio de etiquetas específico dentro del LSR.

Para espacios de etiquetas amplios, los dos últimos bytes del identificador son seteados en cero, por ejemplo: 10.1.1.1:0.

### 2.4.3 Descubrimiento de Vecinos en LDP

Periódicamente los LSRs anuncian su presencia en una red mediante el envío de mensajes *Hello* a través de las interfaces en las cuales esté habilitado LDP a través de la dirección multicast 224.0.0.2. Esto quiere decir, que el recibimiento de un *Hello* en una interfaz identifica una adyacencia [2].

Este descubrimiento hace innecesario configurar manualmente (de forma explícita) un LSR.

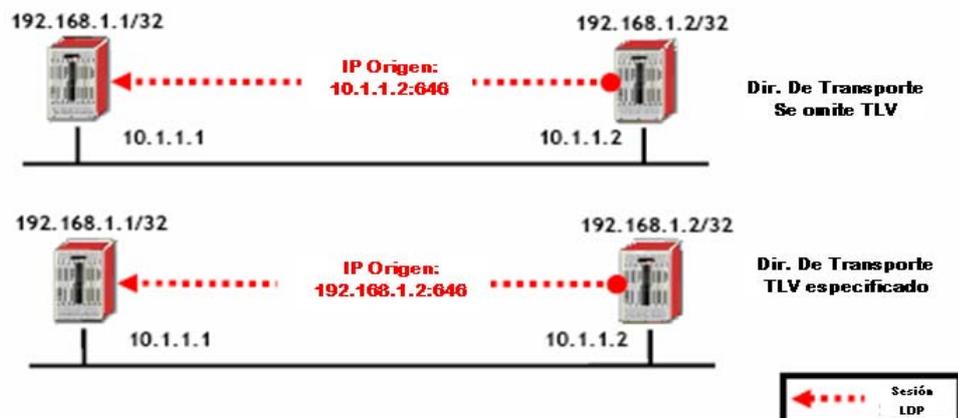
### 2.4.4 Dirección de Transporte LDP

Antes del envío de un mensaje *Hello*, cada LSR debe seleccionar una Dirección de Transporte que usará para el extremo local de la sesión. Cuando un LSR envía un mensaje *Hello*, usa dicho mensaje como mecanismo para anunciar la dirección de transporte.

Hay que tener en cuenta que la Dirección de Transporte que se adopte puede ser diferente de la dirección utilizada como la fuente de los mensajes *Hello*. La dirección de transporte seleccionada por un LSR puede ser anunciada en dos formas diferentes:

- Explícitamente, incluyendo la dirección de transporte en una dirección de transporte opcional TLV.
- Implícitamente, omitiendo el TLV y utilizando la dirección de origen del *Hello* como la dirección de transporte

Por defecto en los equipos ALU 7x-50 se usa la forma Explícita, y especifica la dirección de sistema del router.



**Figura 2.13.-** Dirección de Transporte LDP.

### **2.4.5 Establecimiento de Sesión LDP**

Como hemos visto el primer paso del establecimiento de sesión LDP, es el envío y recepción de los mensajes *Hello* a través de todas las interfaces en las cuales se encuentre habilitado LDP. La sesión se establece en 2 pasos:

#### **a. Establecimiento de la conexión de Transporte**

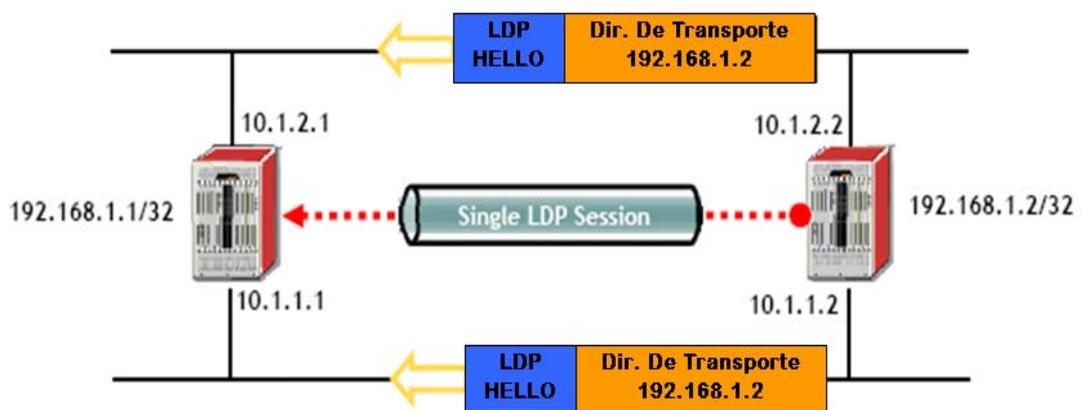
El equipo con la dirección de transporte más alta será el dispositivo activo en el intercambio, por lo tanto, el otro equipo asume un rol pasivo. El equipo activo intentará establecer una sesión TCP con el dispositivo pasivo, iniciando una conexión TCP usando el puerto 646, que define a LDP. El dispositivo pasivo espera por la conexión LDP TCP que es bien conocida por el puerto LDP.

#### **b. Inicialización de la Sesión**

Después del establecimiento de la conexión de transporte, los equipos negocian parámetros de sesión mediante el intercambio de mensajes de inicialización LDP. En los parámetros negociados se incluye la versión del protocolo LDP, parámetros de autenticación, valores de los *timers*, entre otros.

Si todos los parámetros son compatibles, el resultado es una sesión LDP exitosa.

Vale recalcar que la dirección de transporte de un LSR debe ser la misma a través de toda el área donde se vaya anunciar, con esto se asegura que una sola sesión LDP se establezca entre dos LSRs como se muestra en la *Figura 2.14*.



**Figura 2.13.-** Establecimiento de la Sesión LDP.

En la *Tabla 2.3* se resume cada estado de un equipo en una sesión LDP y sus acciones.

ESTADO	EVENTO	NUEVO ESTADO
NO EXISTENTE	Sesión TCP establecida	INICIALIZADO
INICIALIZADO	Transmisión del mensaje de inicialización (Rol Activo)	OPENSENT
	Aceptable recepción del mensaje de inicialización Acción: Transmite Inicialización y mensaje Keepalive y recibe cualquier otro mensaje LDP.	OPENREC
OPENREC	Acción: Transmite mensaje NAK y cierra la conexión de transporte. Recibe mensaje Keep alive	OPERACIONAL
	Recibe cualquier otro mensaje LDP	NO EXISTENTE
OPENSENT	Acción: Transmite mensaje NAK y cierra la conexión de transporte. Recibe mensaje de inicialización aceptable	OPENREC
	Acción: Trasmite mensaje Keep alive. Recibe cualquier otro mensaje LDP	NO EXISTENTE

<b>OPERACIONAL</b>	Acción: Transmite mensaje NAK y cierra la conexión de transporte. Recibe mensaje shutdown	<b>NO EXISTENTE</b>
	Acción: Transmite el mensaje shutdown y cierra la conexión de transporte. Recibe cualquier otro mensaje LDP	<b>OPERACIONAL</b>
	Timeout. Acción: Transmite el mensaje shutdown y cierra la conexión de transporte.	<b>NO EXISTENTE</b>

**Tabla 2.3.-** Estados de transición de Inicialización de una sesión.

#### 2.4.6 Intercambio de Etiquetas en LDP

LDP establece una sesión separada por espacio de etiqueta publicada por un router. Como el usuario de los equipos Alcatel – Lucent 7x50 por área de etiqueta debe haber una sola sesión LDP entre dos equipos. Esto permite aprender la información de otros equipos en un ambiente LDP [1].

La sesión LDP permite el intercambio de información como FEC/label binding (mapeo). Esta información es almacenada en los LIB de cada router.

#### 2.4.7 Razones para la remoción de etiquetas

La etiqueta entregada para una determinada FEC puede ser retirada e invalidada, por cualquiera de las siguientes razones:

- Por cambios en el MTU, LDP retira una etiqueta previamente asignada, y vuelve a señalar el FEC con el nuevo MTU en los parámetros de la interfaz.
- Por cambios en la red, esto causa que el router no reconozca a la FEC por la cual generó y publicó una etiqueta.

- Cuando el router es configurado para cesar la generación de etiquetas para determinadas FEC.
- Cuando las etiquetas son borradas (Por configuración).

LDP puede emitir un mensaje de nuevas etiquetas bajo las siguientes condiciones:

- En respuesta de un mensaje de retiro de etiquetas.
- Si LSR opera en modo de retención conservativa, y el nodo del cual recibió la etiqueta no es, o no es más el router de siguiente salto.
- Cuando no existe suficiente memoria para almacenar una etiqueta recibida, la etiqueta es retirada.

#### **2.4.8 Señalización LDP**

Cada LSR originará, por default, una etiqueta para la dirección de sistema por defecto. Además puede originar una etiqueta para una FEC, de la cual, el siguiente salto puede ser a la vez externo al dominio MPLS, como se muestra en la *Figura 2.15*.

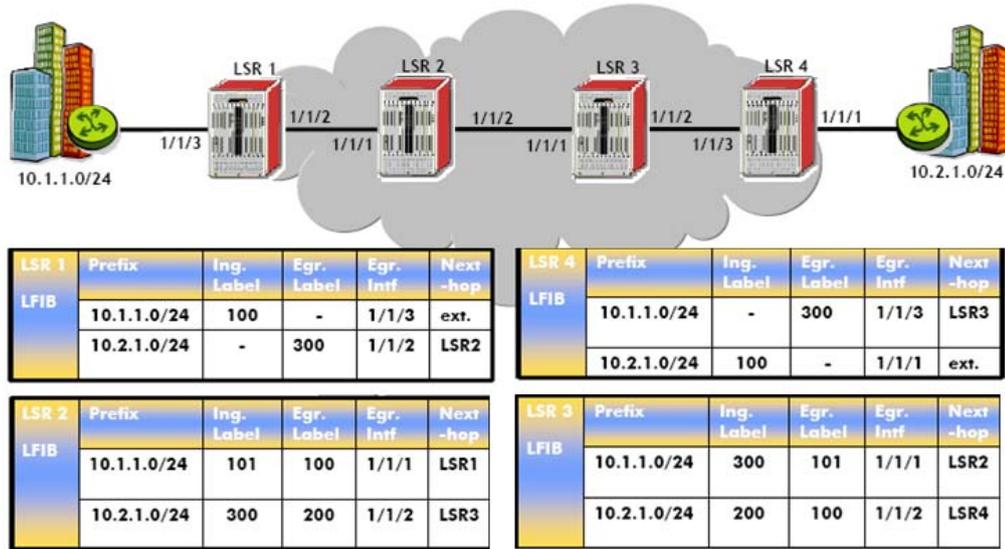


Figura 2.15.- Señalización LDP.

Se debe tener en cuenta algo fundamental en el conocimiento de MPLS, para que dicho protocolo converja, tres requisitos son fundamentales:

- Tiempo de detección de fallas.
- Convergencia IGP.
- Convergencia LDP.

#### 2.4.9 ECMP para LDP

ECMP, “Equal Cost Multi – Path” por sus siglas en ingles, es un método de distribución de tráfico hacia múltiples destinos sobre varios caminos equivalentes. Varios protocolos de enrutamiento, tales como OSPF, BGP explícitamente permiten enrutamiento con ECMP. ECMP significa que si existen múltiples rutas con igual costo hacia el mismo destino, pueden ser descubiertas y usadas para proveer un balanceo de carga a través de caminos redundantes.

Este cálculo permite el descubrimiento de varios caminos entre el origen y el destino, uno es seleccionado. Este tipo de enrutamiento permite dividir la carga de tráfico; para preservar el orden del envío de paquetes, el router aplica una función llamada *hash*, para determinar el siguiente salto, esto provee la habilidad de balancear la carga sobre varios enlaces de salida, mientras cada conexión selecciona siempre el mismo enlace.

#### **2.4.9.1 LDP sin ECMP.**

Existe un único salto válido para alcanzar un FEC por tanto sólo una etiqueta será insertada en la LFIB despreciando el resto de caminos que se pueden tomar para alcanzar dicho FEC. Para el envío de paquetes se lo realiza con la verificación de la tabla de enrutamiento seleccionando el primer LDP válido.

#### **2.4.9.2 LDP con ECMP**

Todos los nodos aledaños son válidos, es decir aquellos que reciban otra etiqueta para la misma FEC, ésta se instalará en el plano de reenvío.

Tanto en los LSR como en los LER varias etiquetas serán retenidas para el envío de paquetes al mismo destino; por esto tanto LER como LSR usan la función *hash* para dividir el flujo por diferentes etiquetas.

#### **2.4.9.3 Hashing**

Para los LER de ingreso, el *hash* es basado en los sistemas IP y en el puerto de ingreso, así, si un paquete IP tiene una etiqueta vinculante, el origen, destino y el puerto de origen serán usados en el *hashing*.

Para servicios (VPRN, VPLS), otros parámetros como el identificador del servicio, direcciones IP y MAC tanto de origen como destino pueden ser usadas en el *hashing*. De esta forma la etiqueta e interfaz de egreso son determinadas, la etiqueta es ingresada en el proceso *Push*.

Para un LSR de tránsito, el proceso inicial es similar, luego la etiqueta entrante del paquete MPLS es usada en el *hash* antes de intercambiarla. Eso sí, si varias etiquetas entrantes están presentes en el encabezado MPLS (con un máximo de 5) todas ellas son usadas en un algoritmo *hash*.

## **2.5 RESTRICCIONES DE LAS MEJORAS DE LOS PROTOCOLOS IGP**

Se analizará las características y limitaciones de los protocolos de enrutamiento Vector Distancia y Estado de Enlace.

### **2.5.1 Vector Distancia**

Los routers que utilizan este tipo de protocolos crean su perspectiva de la red a través del intercambio de sus tablas de enrutamiento con sus vecinos directos, es decir, sólo de ellos recibirán actualizaciones, dichas actualizaciones tan sólo contienen los caminos que fueron aprendidas por dichos vecinos, por tanto, el mejor camino es escogido por la mejor ruta que haya escogido el equipo en vecindad.

### 2.5.1.1 Limitaciones

Al recibir la selección de la mejor ruta, tan sólo del vecino directo, se pierde cierta perspectiva, ya que, de cierto modo, no es consciente de la topología de la red más allá del equipo directamente conectado. Esta es una limitación muy grande por la Ingeniería de Tráfico, esta falta de visibilidad de la topología de la red le hace imposible crear un camino *end to end* por la red.

Otra limitación es la selección del mejor camino, puesto que ésta es realizada tan sólo con el conteo de saltos, despreciando otros parámetros importantísimos, esta selección no garantiza las preferencias administrativas que se quieran realizar sobre la red. Todo el tráfico pasará por un solo camino inutilizando rutas alternas.

### 2.5.2 Estado de Enlace

En los protocolos de Estado de Enlace la información de la topología es intercambiada en toda el área, potencialmente en todo el dominio del enrutamiento. Una ventaja es que *Horizonte Dividido* no es más, un problema.

La información e la topología es intercambiada entre vecinos seleccionados, existen equipos que nunca intercambian información de enrutamiento entre ellos.

El algoritmo SPF (*Short Path First*) calcula la mejor ruta basado en el contenido de la base de datos de la topología. Actualizaciones subsecuentes son enviadas, resultando en la generación de un paquete de Estado de Enlace.

### 2.5.2.1 Limitaciones

Aunque los routers que usen este tipo de protocolos conocen más de la red que lo que lo hacen los equipos que usan Vector Distancia, puede que no sean capaces de usar esta información. La selección de la mejor ruta es basada en un sólo parámetro, el costo.

Esto resulta en que una ruta primaria lleve todo el tráfico, mientras que caminos alternantes pueden ser no usados. Además, el mejor camino seleccionado puede no reflejar con precisión las preferencias administrativas deseadas.

### 2.5.3 Comparación de los Protocolos de enrutamiento RIP v2, OSPF e IS – IS

En la *Tabla 2.4* se exponen las diferencias y similitudes de tres de los protocolos IGP, los tres son soportados por los equipos 7x50 de Alcatel – Lucent, no se incluye RIP v1 ya que no es una implementación por defecto de RIP cuando se implementa en un equipo ALU.

FUNCIÓN	RIP v2	OSPF	IS - IS
<b>Categoría</b>	Vector Distancia	Estado de enlace	Estado de enlace
<b>Actualizaciones</b>	Periódica	Incrementales	Incrementales
<b>Mecanismo de Actualización</b>	Broadcast/ Multicast	Capa 3 Multicast	Capa 2 Multicast
<b>Autenticación</b>	Simple y MD5	Simple y MD5	Simple y MD5
<b>Métrica</b>	Conteo de Saltos	Costo	Costo
<b>Soporta VLSM / CIDR</b>	Sí	Sí	Sí

<b>Tamaño de la Topología</b>	Pequeña	Muy Grande	Muy Grande
<b>Conciencia de la Red</b>	Vecinos Directos	Red Entera	Red Entera
<b>Uso de rutas alternas</b>	No	No	No
<b>Sumarización</b>	Manual	Manual	Manual
<b>Convergencia</b>	Lenta	Rápida	Rápida
<b>Conveniente para MPLS - TE</b>	No	Sí	Sí

**Tabla 2.4.-** Comparación de Protocolos IGP.

#### 2.5.4 CSPF (“*Constrained Short Path First*”)

CSPF es usado en los protocolos de Estado de Enlace como OSPF e IS – IS para calcular rutas basadas en cualidades. Esto resuelve consultas en la QoS, encontrando la mejor ruta que cumpla con dichas características, como un ancho de banda mínimo y otros factores.

CSPF es un algoritmo SPF cuyas entradas los toma del TED (Base de Datos de Ingeniería de Tráfico) y cualidades del LSP.

Una vez que la ruta ha sido encontrada por CSPF, RSVP usa este camino para hacer una petición del establecimiento de un LSP.

## 2.6 RSVP “RESOURCE RESERVATION PROTOCOL ” Y RSVP – TE “RSVP FOR TRAFFIC ENGINEERING”

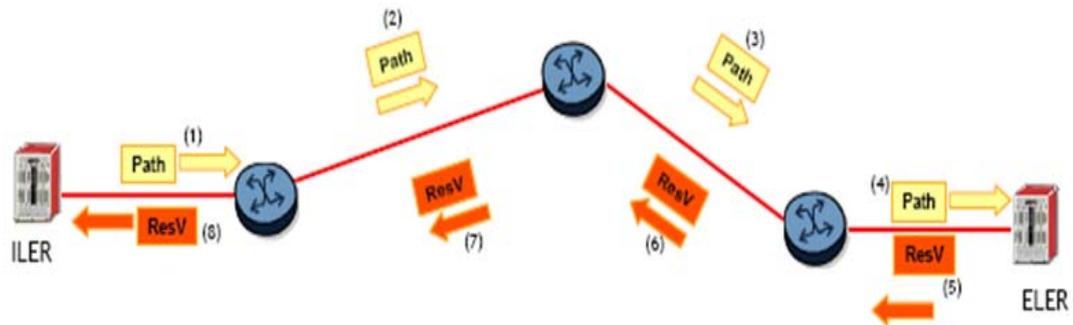
Originalmente RSVP (Protocolo de Reservación de Recursos) fue desarrollado como un protocolo de control para ser usado por un host para solicitar calidades de servicio específicas de la red para una aplicación en particular. Además, RSVP fue definido para ser usado por routers para entregar QoS a todos los nodos que lo requieran a través de las rutas. Estas solicitudes RSVP generalmente resultan en salvaguardar los recursos de cada nodo a lo largo de la ruta de datos. Cuando se utiliza con MPLS, RSVP aprovecha este mecanismo para establecer Ingeniería de tráfico con los LSPs [1].

RSVP solicita recursos para flujos en una sola dirección (unidireccional). RSVP trata a un equipo que envía de forma diferente a uno que recibe, aunque un proceso en el equipo puede actuar como transmisor y receptor al mismo tiempo. Un flujo dúplex requiere de dos LSPs, para llevar el tráfico en ambas direcciones.

Vale recalcar que RSVP no es un protocolo de enrutamiento, sino más bien, trabaja en conjunto con ellos, unicast y multicast. Éstos determinan hacia dónde se enviarán los paquetes. RSVP consulta en las tablas de enrutamiento locales para reenviar los mensajes RSVP.

### 2.6.1 Mensajes RSVP y creación de LSPs.

RSVP usa dos tipos de mensajes para establecer los LSPs, **PATH** y **RESV**. La *figura 2.16* ilustra como se lleva a cabo este proceso:



**Figura 2.16.-** Mensajes RSVP.

El equipo iLER (“*Ingress Label Edge Route*”) envía un mensaje PATH hacia el receptor (eLER, “*Egress Label Edge Router*”) para indicar el FEC al cual una etiqueta es vinculada. Los mensajes PATH son usados para señalar y solicitar etiquetas vinculantes para establecer LSPs entre el ingreso y el egreso de la red MPLS.

El eLER envía la información sobre la etiqueta en un mensaje RESV en respuesta al mensaje PATH recibido. RESV permite a los routers a lo largo del camino hacer la reserva necesaria de ancho de banda y distribuir la etiqueta hacia el iLER.

El LSP es considerado como operacional cuando el iLER recibe información de la etiqueta vinculante.

### 2.6.2 RSVP – TE (Ingeniería de Tráfico)

RSVP – TE es un conjunto de extensiones de Ingeniería de Tráfico destinado para el uso por los LSRs para establecer y mantener túneles LSP de transporte y reservar recursos de red para los mismos.

La especificación RSVP – TE esencialmente permite una sesión RSVP para agregar tráfico entre el nodo de origen de un túnel LSP y el nodo de egreso de dicho túnel. Como el es agregado, el número de sesiones RSVP no se incrementa proporcionalmente con el tráfico en la red.

Por lo tanto, la especificación RSVP – TE soluciona un problema de gran escala con el protocolo RSVP, por ejemplo la gran cantidad de recursos de sistema que serían requeridos para administrar las reservaciones y mantener estable el sistema para miles e incluso millones de sesiones RSVP.

Estas extensiones que adhiere RSVP – TE adhiere soporte para la asignación de las etiquetas MPLS especificando caminos específicos para rutas *loose* y *strict.*, esto se logra proveyendo un campo para la Solicitud de Etiquetas y otro para Objetos explícitos de enrutamiento en el mensaje *PATH*. RSVP – TE opera en DoD (*Downstream on Demand*) con control ordenado de LSPs.

RSVP – TE es un protocolo de señalización de MPLS basado en el protocolo de reserva de recursos, originalmente usado para la señalización de conexiones de calidad de servicio IP.

Como el flujo a lo largo de un LSP es completamente identificado por una etiqueta aplicada en el nodo de ingreso del camino, estos caminos pueden ser tratados como túneles. Una aplicación fundamental de éstos túneles es la Ingeniería de Tráfico con MPLS. El resultado es la instauración de túneles con conmutación de etiquetas los cuales pueden ser enrutados automáticamente, muy aparte de problemas en la red, congestión y cuellos de botella.

RSVP – TE soporta:

- LSP enrutados explícitamente (Con o sin reserva de recursos).
  - Soporta caminos explícitos como una secuencia de rutas *estrictas* y *loose*.
  - Reserva de recursos no es algo mandatorio. Un LSP puede ser creado sin ninguna reserva de recursos.
    - Por ejemplo, puede ser creado para llevar el tráfico *best – effort*.

Enrutamiento explícito:

- Los caminos tomados por flujos RSVP – TE pueden ser predeterminados, independientes de los protocolos de enrutamiento convencionales.
- Los caminos pueden ser especificados administrativamente, o procesados automáticamente por una entidad adecuada basada en QoS y políticas requeridas.

RSVP ha sido extendido para MPLS para soportar automáticamente la señalización de LSPs. Para mejorar la escalabilidad, latencia y la fiabilidad de

la señalización RSVP, muchas extensiones han sido definidas. Mensajes *refresh* todavía son transmitidos, pero el volumen de tráfico, la cantidad de utilización del CPU, y la latencia de respuesta han sido reducidas. Ninguna de estas extensiones resultaron en problemas de compatibilidad con implementaciones de RSVP tradicional. Estas implementaciones se dieron mediante el **Message ID** y el **Protocolo Hello**.

El **Message ID** reduce el procesamiento del mensaje *refresh* permitiendo al receptor fácilmente identificar un mensaje que contiene información de un estado que no ha cambiado; mientras que el **Protocolo Hello** habilita a los nodos RSVP para detectar a un nodo que no es alcanzable, mismo que es usado entre vecinos directamente conectados.

Un mensaje RSVP *PATH* puede contener varios objetos opcionales:

#### 2.6.2.1 ERO (“*Explicit Route Object*”)

Cuando ERO está presente, el mensaje path es forzado para seguir el camino especificado por ERO, mismo que es independiente del camino más corto tomado por IGP. Si ERO no está presente entonces el camino a seguir es el escogido por IGP. ERO puede ser implementado manualmente o calculado automáticamente basado en requerimientos RSVP como la QoS.

#### 2.6.2.2 RRO (“*Route Recording Object*”)

La ruta que el mensaje path tome puede ser grabada, estas rutas se graban vía *Route\_Recording*. Hay tres posibilidades de uso en RSVP:

- Primero, un RRO puede funcionar como un mecanismo de prevención de lazos de enrutamiento, o lazos inherentes al enrutamiento explícito.
- Segundo, un RRO recolecta información detallada y al día de path salto por salto en sesiones RSVP, proveyendo información invaluable al transmisor o al receptor. Cualquier cambio de path será reportado.
- Tercero, la sintaxis RRO está diseñada para, con cambios menores, todo el objeto puede ser usado como entrada el *Explicit Route Object*. Esto es muy útil si el transmisor recibe un RRO en un mensaje *RESV* del receptor, lo aplica al ERO en el siguiente mensaje *PATH* a fin de finalizar la sesión.

### 2.6.3 Estilos de Reserva RSVP

Los LSPs pueden ser señalizados con dos estilos explícitos de reservación. Los equipos Alcatel – Lucent 7x50 soportan dos diferentes estilos:

#### 2.6.3.1 *Fixed Filter(FF)*

Este estilo especifica una lista explícita de transmisores y una reservación distinta para cada uno de ellos. Cada transmisor tiene una reservación dedicada que no es compartida con otros transmisores; cada uno de ellos es identificado por una dirección IP y por un número local de identificación, el LSP\_ID. Como cada transmisor tiene su propia reservación, una única etiqueta y LSPs separados pueden ser construidos para cada par de transmisor – receptor. Para aplicaciones tradicionales RSVP, FF es ideal para una aplicación de distribución de video en la cual cada canal requiere un “camino (tubería, *pipe*)” para cada stream de video.

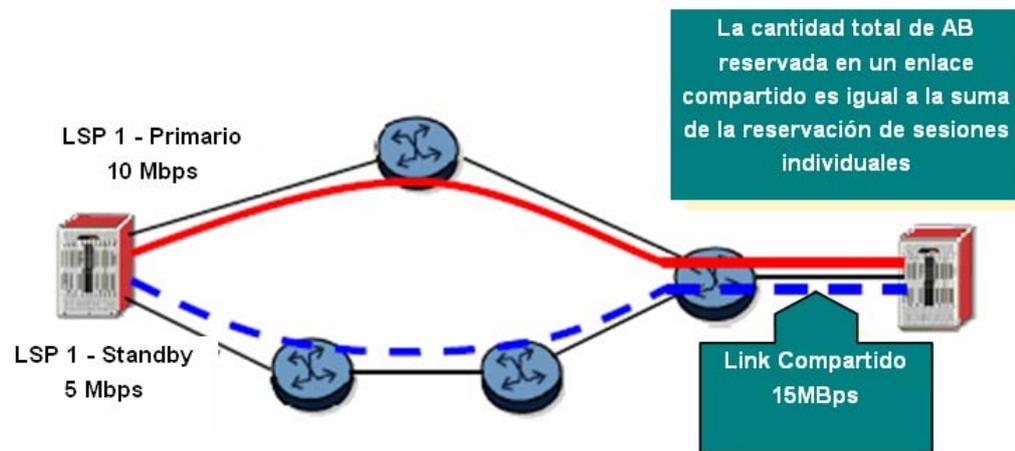


Figura 2.17.- Reservación FF.

La cantidad total de ancho de banda reservada en un enlace FF es la suma de la reservación para cada transmisor. Como cada transmisor tiene su propia reserva, una única etiqueta es asignada para cada transmisor. Esto puede resultar en un LSP punto a punto entre cada par de transmisor – receptor.

### 2.6.3.2 Shared Explicit (SE)

Este estilo crea una sola reservación sobre un link que está siendo compartido por una lista explícita de transmisores. Como cada transmisor es enlistado explícitamente en el mensaje RESV, diferentes etiquetas pueden ser asignadas a cada par de transmisor – receptor, creando diferentes LSPs.

Puede ser usado en enlaces multipunto a punto o una LSP por cada transmisor. Este tipo de LSPs pueden ser usados cuando los mensajes path no llevan ERO, o cuando tienen EROs idénticos. En cualquiera de estos casos una etiqueta común puede ser asignada.

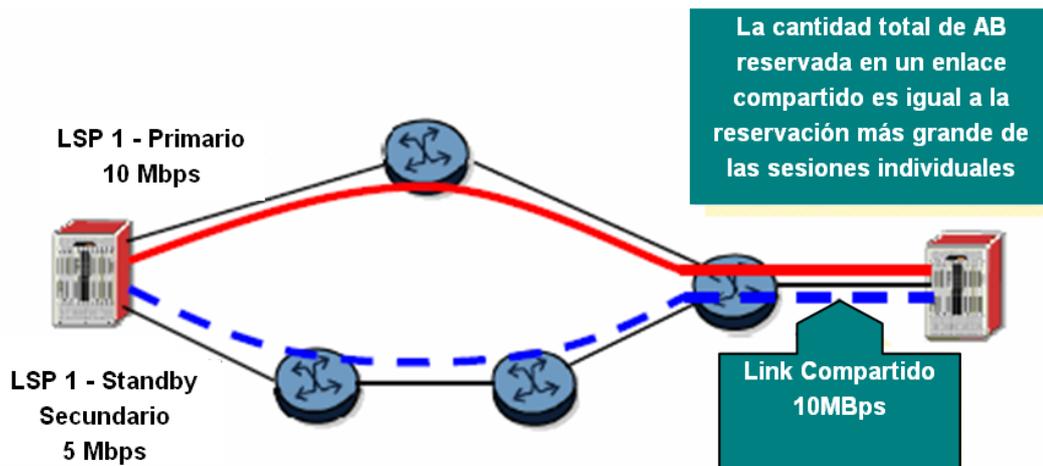


Figura 2.18.- Reservación SE.

Vinculando una sola etiqueta a la unión de FECs y aplicando la etiqueta a todo el tráfico en la unión, es conocido como Agregación o *Shared Explicit*.

#### 2.6.4 Protección de LSPs con MPLS/ RSVP – TE

RSVP presenta dos alternativas para realizar la protección de un LSP, *Protección de un Path* y *Fast Reroute*, analizaremos ambas:

##### 2.6.4.1 Protección del Path.

Aquí encontramos dos opciones, de protección, ya sea con un LSP primario y un LSP secundario, o, con un LSP primario y un LSP standby secundario.

###### a. LSP Primario con LSPs secundarios.

Sólo un path primario puede ser definido para cada LSP. El path secundario no está señalizado hasta que una falla en la red cause la falla del path primario, y que el nodo de cabecera sea alertado de esta falla.

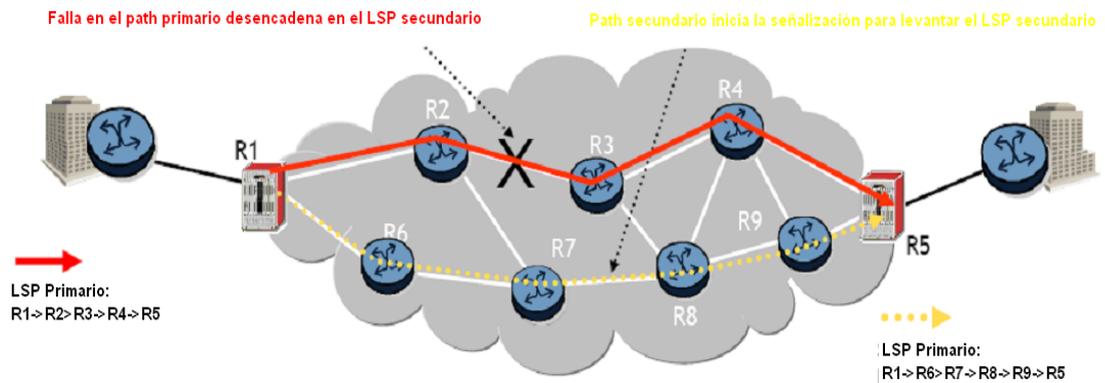


Figura 2.19.- LSP primario con LSP secundario.

Entonces, el LSP usa un path alternativo si el primario no está disponible. Después de la conmutación del primario al secundario, el sistema intenta continuamente revertir el tráfico al path original; hasta 8 caminos secundarios pueden ser especificados, todos son considerados por igual y, el primero disponible es el que se usa. El sistema no conmutará entre paths secundarios.

Los paths primarios y secundarios pueden ser configurados con hops estrictos o *loose*, o sin especificar dichos saltos.

#### b. LSP Primario con LSP secundario en standby.

La diferencia con el anterior, es que normalmente el path secundario no está señalizado a menos que el primario falle y el LSP tenga que usar el de respaldo. Éste método asegura que el LSP del path secundario esté señalizado y se mantenga indefinidamente en un estado de hot – standby. Cuando el path primario es reestablecido entonces el tráfico es conmutado de vuelta al LSP del path primario.

Ahora bien, las ventajas de usar éste modo de protección que podemos citar son las siguientes:

- El flujo de datos es determinístico en cualquier punto en el path primario.
- Múltiples fallas a través del path primario puede ser controlado por el mismo path secundario.
- Cuando es configurado estáticamente, ningún nodo o enlace puede ser compartido por el path primario y secundario (caso contrario si ese punto en común se cayera, ambos dejarían de ser útiles).
- Todo el path es protegido.

Como desventajas, las siguientes:

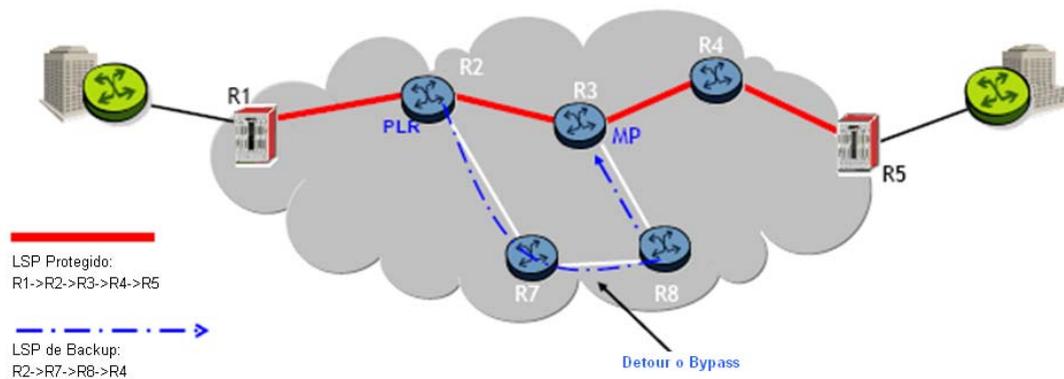
- La falla en un nodo o en un enlace puede tardar más de un momento para reestablecer el path original.
- Muchos recursos son reservados sobre los paths primario y secundario por lo tanto, se realiza una “doble reserva”.
- La protección selectiva de un nodo o enlace no es posible; la protección por segmentos no es posible.

#### **2.6.4.2 Fast Reroute (FRR)**

El *Fast reroute* de MPLS soluciona los problemas definiendo caminos pre - establecidos y señalizando paths de *backup* antes que una falla pase, de esta manera el tráfico puede conmutar inmediatamente a este path por el nodo más cercano a la falla. Esto permite al tráfico fluir casi continuamente, sin esperar por la convergencia del protocolo de enrutamiento y su señalización, además de una conmutación por falla de menos de 50 ms minimizando al máximo la pérdida de paquetes.

*Fast reroute* depende de LSPs establecidos usando RSVP – TE. Usando RSVP – TE es posible predeterminar el camino que un LSP puede tomar especificando un path explícito para un LSP. Esto permite la creación de LSPs alternativos que no dependan de un mismo nodo o enlace que el LSP protegido.

El router de ingreso es el encargado de señalar a todos los routers intermedios de tránsito usando RSVP para establecer sus LSPs de respaldo. Para que éste método funcione CSPF debe estar trabajando. En la *figura 2.20* podemos observar a dos nuevos elementos el PLR (Punto de reparación local) y MP (Punto de unión).



**Figura 2.20.-** Protección de un enlace.

El PLR debe ser preparado para enviar el tráfico desde el path primario, y el MP debe estar listo para devolver los datos al LSP primario.

En FRR existen dos métodos para direccionar el tráfico desde el path protegido al de respaldo:

- El método de **respaldo uno a uno** crea LSPs de desvío para cada LSP protegido en cada punto potencial de reparo local.
- El método de **respaldo facilitado** crea un túnel de desviación para proteger un punto de falla potencial, tomando las ventajas de MPLS como el apilamiento de etiquetas, este túnel puede proteger un conjunto de LSPs protegidos que tienen similares limitaciones.

Con ambos métodos, los LSPs de respaldo pueden ser establecidos para proveer protección de enlace o nodo.

## 2.7 EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES DE TRANSPORTE (IP Y ATM) CON MPLS

### 2.7.1 Redes IP

Gracias a la naturaleza de las redes IP no orientadas a la conexión, los paquetes son transportados en una base salto a salto, basado en decisiones de enrutamiento realizadas en cada nodo. La hiper – agregación de datos en ciertos enlaces es el típico resultado. En la *Tabla 2.5* analizamos ciertos beneficios y limitaciones que poseen las redes IP.

BENEFICIOS	LIMITACIONES
Escalabilidad	Hiper - Agregación
Resistencia de la red en general	En servicios end to end
Esquema simple de direccionamiento	Tratamiento de direcciones limitado

**Tabla 2.5.-** Beneficios y Limitaciones de Redes IP.

### a. Hiper Agregación

IP tiene una habilidad muy limitada para abolir la hiper agregación lo cual conlleva a la congestión en un enlace, y por ende, en la red. En la *figura 2.21* vemos cómo todo el tráfico seguiría el mismo camino tradicional, inutilizando caminos alternos.

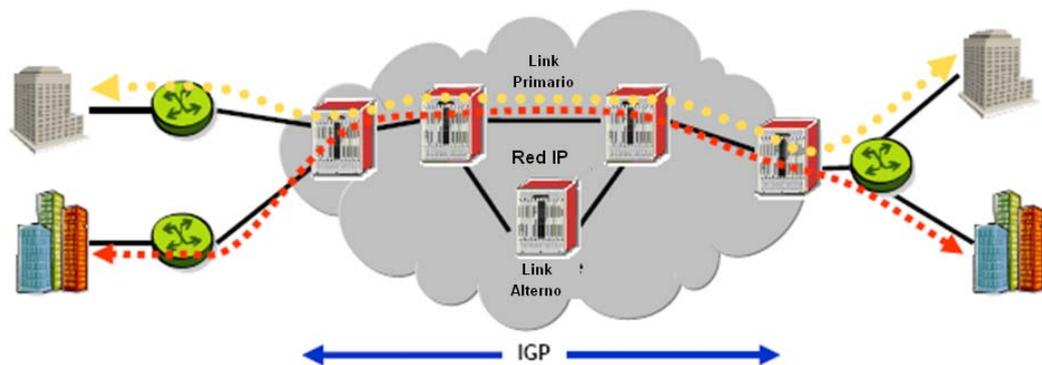


Figura 2.21.- Hiper Agregación en una red IP tradicional.

### b. Limitaciones en Servicios End to End.

El protocolo IP, por sí sólo, es incapaz de proveer un nivel de servicio garantizado a través de toda la red. Ciertas aplicaciones requieren una cantidad de ancho de banda garantizada sobre la serie de enlaces que enrutan sus paquetes end to end. El proveedor de servicios declaraciones del nivel de servicio a sus clientes garantizando el ancho de banda entregado.

Protocolos de enrutamiento IP son incapaces de observar el ancho de banda disponible a lo largo de toda la red, por lo tanto, los routers son incapaces de ser alertados si el ancho de banda está disponible o no sobre las rutas principales y alternas.

Si nos basamos en la *figura 2.20*, vemos que la mejor opción es la del link primario, pero al pasar todo el tráfico por dicho enlace, creamos una disminución considerable del ancho de banda.

Los **beneficios que MPLS** presenta sobre los **protocolos de enrutamiento IP**, son varios, se enlistará los siguientes:

- La asignación de la FEC es realizada una sola vez al ingreso de la red, en lugar de hacerlo en cada salto.
- La información no contenida en las cabeceras de los paquetes puede ser usada para la determinación de la FEC.
  - El arribo de los paquetes en diferentes puertos pueden ser asignados a diferentes FECs.
  - El mismo paquete que ingrese a la red por dos diferentes LSRs o diferentes puertos en un LSR puede ser reenviado por dos diferentes caminos.
- MPLS ofrece una mejor resistencia y recuperación de la red.
- MPLS es capaz de habilitar Ingeniería de tráfico para que los paquetes sigan ciertos caminos.

### 2.7.2 Redes ATM.

Inicialmente, la industria de las telecomunicaciones eligió la conmutación de modo de transferencia asíncrono (ATM) para entregar los servicios multimedia de banda ancha por la red pública. Esta tecnología se diseñó como una tecnología de verdadera "convergencia", capaz de satisfacer las necesidades de la voz y el vídeo, que dependen en gran medida del tiempo, y de los datos

en "ráfaga", y se previó que la red se ampliaría hasta el escritorio para entregar los servicios a los usuarios. Con el advenimiento de la telaraña, se puso de manifiesto que, si bien el ATM es una gran tecnología, el entorno de las aplicaciones de red había realmente cambiado. Lo que la telaraña necesita es la flexibilidad del entorno IP sin conexión, en el que hay que establecer múltiples conexiones para cualquier tarea.

Esta capacidad "hipertexto" (gracias a la cual un documento o página puede hacer referencia a otras páginas o gráficos) es el elemento principal del éxito de la World Wide Web, pero enseguida se vio que no funcionaba bien con el ATM, que debe establecer una conexión plena para cada ítem de datos intercambiado por la red.

Por otra parte, el enrutamiento de paquetes sin conexión con IP no puede garantizar la calidad, puesto que no se reserva capacidad para los paquetes de datos cuando se ponen en la red. En la práctica, esto significa que los paquetes que contienen señales vocales pueden sufrir retardos en su viaje si una gran cantidad de paquetes quieren tomar la misma ruta al mismo tiempo.

MPLS es una mejora de enrutamiento del IP que toma prestadas ciertas características del método ATM para establecer un mecanismo de "corte" por el que se obvia la necesidad de que cada encaminador que encuentra el paquete tenga que "mirar" su dirección. El desarrollo de la red de próxima generación significa realmente que todas las técnicas podrán trabajar codo a codo.

Pero MPLS no puede ser comparada con ATM directamente, ya que son tecnologías totalmente diferentes con diferentes objetivos. MPLS permite la migración de servicios ATM sobre redes IP sin la necesidad de una señalización compleja, entonces es mucho más simple y menos costoso el implementar equipos con soporte MPLS.

### **2.7.3 Beneficios de la tecnología MPLS.**

La implementación del protocolo MPLS ofrece varios beneficios y soluciones a los problemas presentados anteriormente, y a los que a continuación se describe:

- Reduce el costo usando IPs existentes y tecnologías Ethernet.
  - La facilidad del uso de Ethernet y la familiaridad con IP es de hecho, una gran ventaja.
- Ofrece mejores capacidades de enrutamiento soportando algo más que sólo el envío de paquetes basado sólo en el destino.
  - El flujo de los paquetes puede ser definido basado en otros criterios como el ancho de banda y la clase de servicio.
- Es una tecnología basada en estándares, lo que promueve la interoperabilidad de proveedores.
  - MPLS es un estándar IETF (en español, Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet) que varios proveedores soportan.
- La flexibilidad para evolucionar la funcionalidad de control sin cambiar el mecanismo de transmisión.

- El proceso de intercambio de etiquetas MPLS es el mismo, sin tomar en cuenta cómo las etiquetas son asignadas y distribuidas.

Algunas de las principales aplicaciones MPLS son la Ingeniería de Tráfico (TE), VPNs de capa 2 (VPLS), VPNs de capa 3 (VPRN) y Calidad de Servicio (QoS), estos servicios se ahondarán en capítulos posteriores. Estos servicios pueden ser ofrecidos sobre, prácticamente, cualquier tecnología de la capa de enlace de datos y soporta el flujo IP unicast y multicast.

MPLS minimiza la búsqueda IP, envío, y proceso de clasificación sobre redes tradicionales IP, ya que estos procesos son realizados sólo en el ingreso y egreso de la red MPLS.

La evolución de MPLS ha generado en GMPLS (MPLS Generalizado). GMPLS soporta múltiples tipos de conmutación incluyendo a TDM, lambdas, y conmutación en fibra óptica. En resumen, GMPLS extiende la funcionalidad de MPLS aprovisionando y estableciendo caminos para:

- Caminos por Multiplexación por División de Tiempo (TDM), donde los slots de tiempo son las etiquetas (SONET).
- Caminos por Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) o Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM), donde la frecuencia electromagnética es la etiqueta (Ondas de luz).
- Caminos por División de Espacio Multiplexado, donde la etiqueta indica la posición física del dato (Cross – conexión fotónicas).

Se espera que GMPLS ayude dinámicamente a los Proveedores de Servicio en la asignación de ancho de banda, mejoramiento de la red en capacidades de reestablecimiento, y reducción de gastos operativos.

## **CAPÍTULO III**

### **3 EQUIPOS ALCATEL – LUCENT**

Los proveedores de servicios globales se están preparando para la próxima ola de despliegues de servicios residenciales y de negocios. Ellos entienden que para tener éxito se necesita una infraestructura de prestación de servicios que ofrezca más ancho de banda, entrega flexible y fiable a más clientes al mismo tiempo, con un aumento de las garantías de nivel de servicio.

En este capítulo se analizará, describirá y explicará las funcionalidades de los equipos 7750 SR – 12, 7750 SRc – 12 y SAR – 8 con el fin de justificar el por qué de la elección de estos equipos para la implementación de una red Multiservicios.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS EQUIPOS ALCATEL – LUCENT.**

Los proveedores de servicios son cada vez más llamados a ofrecer servicios de vídeo de voz personalizado y servicios de datos que reconocen las necesidades específicas de los usuarios individuales.

Los Routers de Servicio (SR, por sus siglas en inglés) 7750 Alcatel –Lucent son los primeros enrutadores en la industria designados y optimizados para la entrega de alto rendimiento en el transporte de datos, voz y servicios de video. Estos enrutadores fueron diseñados con características específicas de sistema, enrutamiento y capacidades de servicio que han hecho de estos equipos, la selección en más de 50 lanzamientos de infraestructuras de servicios de nueva generación.

Por otro lado los Routers de Agregación de Servicio (SAR, por sus siglas en inglés) constituyen una plataforma de agregación al límite proveyendo capacidades superiores en pseudos circuitos y redes IP/MPLS. Esto nos dirige a un análisis de costo – beneficio, solución para el transporte en redes escalables para el acceso móvil por radio (RAN). El equipo 7705 SAR sobresale e la concentración de tráfico, pero además adaptándolo a una infraestructura normalizada IP/MPLS aprovechando los medios de comunicación disponibles, especialmente el Ethernet, el cual es sobretodo, escalable y muy rentable. También es, extremadamente, efectivo en el transporte de tráfico tradicional como T1/E1, tal como el transporte de una línea privada sobre una infraestructura modernizada. Soporte de Calidad de Servicio, administración de tráfico, funciones de aprovisionamiento, reparación y su precio hace posible que se provea servicios constantes y superiores a sus clientes. Su arquitectura flexible y diseñada para futuro, permiten direccional futuros requerimientos de agregación. Construido sobre el mismo exitoso software que los Routers de Servicio (SR), el SAR 7705 permite la creación de una soluciones extremo a extremo para soportar y capitalizar el crecimiento del mercado de agregación móvil.

Estos equipos por lo tanto nacen de la necesidad de presentar soluciones en redes convergentes, se necesita algo más que tan sólo routers, se

necesitan routers de servicio, es lo que Alcatel – Lucent ofrece. Un router de servicio ofrece servicios que requieren un mayor nivel de procesamiento, permitiendo la migración de servicios tradicionales de voz a una sola plataforma en conjunto con servicios de voz y video. Estos equipos, también son capaces de soportar el tráfico diferenciado de voz y datos sobre una infraestructura de red de bajo costo.

Servicios como VPLS y VPRN permiten a los operadores atraer y mantener, una mayor cantidad de clientes ofreciendo mayor flexibilidad y calidad al usuario final.

### 3.1.1 Medios de Comunicación y Adaptadores de Servicio

Los equipos Alcatel – Lucent soportan una amplia gama de adaptadores y tarjetas que han sido diseñados para direccionar requerimientos de aplicaciones y redes diferenciadas:

- **Módulos de Entrada y Salida** (IOMs, “*Input Output Modules*”), IOMs son compatibles con el 7750 SR – 12 y son optimizados para brindar flexibilidad en la entrega de servicios Ethernet. Cada IOM soporta hasta dos Adaptadores Dependientes de Comunicación (MDAs) y también se pueden usara para albergar Adaptadores de Servicio Integrados (ISAs). El IOM3 – XPs son la última generación de IOMs provistos por Alcatel – Lucent.
- **Adaptadores Dependientes de Comunicación** (MDAs, “*Media Dependent Adapters*”), son compatibles con las plataformas 7750 SR – 12, 7750 SRc – 12 y 7705 SAR – 8, proveen la conectividad física. Las MDAs están disponibles en una variedad de configuraciones de

interfaces. MDA – XPs son la última generación de de MDAs Ethernet y son muy usadas para poder soportar la Sincronización Ethernet (SyncE), para la distribución de reloj a través de redes Ethernet.

- **Adaptadores Compactos de Comunicación** (CMAs, “*Compact Media Adapters*”), son tarjetas que ocupan el cuarto de una ranura; compatibles en los equipos 7750 SRc – 12, soportan servicios de menor velocidad, poseen menor cantidad de puertos.
- **Adaptadores de Servicio Integrado** (ISAs, “*Integrated Service Adapters*”), son módulos sin interfaces físicas que proveen procesamiento especializado y aplicaciones de búfer. La ISA Multiservicio (MS – ISA) puede ser configurado para proveer servicios de video (Cambio de canal rápido / retrasmisión o inserciones de anuncios), características con solicitud de garantía que aprovechan la Inspección Profunda de Paquetes (DPI, por sus siglas en inglés) de tecnología de avanzada para servicios residenciales y empresariales. ISA son compatibles en los equipos 7750 SR – 12.
- **Módulo de Control y Conmutación** (CSM, “*Control and Switching Module*”), en ésta, se incluye la interfaz de administración por consola, el funcionamiento del ventilador, así como las interfaces de sincronía externa. Es usado en los equipos 7705 SAR – x.
- **Adaptador ASAP de 16 puertos T1/E1**, es una tarjeta que se adapta a los equipos 7705 SAR – x y soporta múltiples tipos de sincronización.

En las hojas técnicas adjuntas en los Anexos 2 y 4, se encuentra información más detallada de los módulos mencionados.

### 3.2 ROUTER DE SERVICIO 7750 SR -12.

Los routers 7750 SR – 12 de Alcatel – Lucent presentan funciones muy poderosas, así como una plataforma de entrega de servicio flexible, éstas, se integran con el 5620 SAM (“*Service Aware Manger*”) para entregar una administración eficiente en redes IP/MPLS.

Su plataforma, especialmente diseñada, provee un software de alta disponibilidad y una arquitectura de hardware que permite a los operadores brindar la capacidad exacta a los servicios que se presenten en su infraestructura. El SR – 7750 provee la capacidad de servicios integrados necesaria y el espacio para el procesamiento de paquetes para permitir a los proveedores de servicio incrementar cuentas de suscriptores y ancho de banda sin incurrir en gastos de capital exponencial o de funcionamiento (CAPEX u OPEX) [3].

Las características y funciones fundamentales que lo diferencian de un típico enrutador de borde de esta era, son sus características de sistema (fundamentalmente, retardo / jitter) y sus capacidades de servicio que se han integrado perfectamente en la arquitectura del producto, desde un inicio.

Otra importante característica que lo distingue de otros routers es su capacidad integrada para el procesamiento de paquetes, esa flexibilidad que asegura que nuevas prestaciones se puedan agrega suavemente, con el compromiso que esto no comprometerá el rendimiento de hasta 40 Gbps por slot. ASIC (“*Application – specific integrated circuit*”), por otro lado, requiere una nueva inversión, al implementar una nueva prestación. Para el proveedor

de servicios esto se traduce en altos gastos de capital acumulado (CAPEX). Interrupción del servicio e incluso un desmejoramiento en cada spot ya que cada nueva función requiere una nueva tarjeta o modulo especializado. Este enfoque alarga el tiempo de lanzamiento al mercado de nuevos servicios introduciendo una pérdida significativa para los proveedores de servicio.

El equipo SR 12 soporta redundancia de energía como de controladoras, incrementando de esta forma su fiabilidad, posee además dos bandejas de ventiladores que aseguran su temperatura en los márgenes permitidos, como podemos observar en la *figura 3.1*. La energía es provista por dos Módulos de Entrada de Energía (PEM, por sus siglas en inglés) a -48 VDC. Todas las conexiones de energía son realizadas en la parte posterior del equipo [3].

Sus dimensiones son de 62,23 cm de alto x 44,45 cm de ancho x 76,45 cm de profundidad, y debe ser instalado en Racks de 19 pulgadas.



**Figura 3.1.-** Vista del chasis del 7750 – SR 12

### 3.2.1 SAM “*Service Aware Management*”

El SAM de Alcatel – Lucent es una plataforma de aplicaciones de gestión que simplifica el proceso de aprovisionamiento, monitoreo y resolución de problemas en los servicios que presta el Router SR. Junto al Administrador de Redes 5620 (NM) de Alcatel – Lucent, SAM y 7705 SR – 12, este equipo se constituye en el más completo en la industria de redes IP y en una verdadera solución para la gestión de servicios.

### 3.2.2 Principales Características y Ventajas.

A continuación, se presentará las principales características del equipo:

- Migración rentable de una red basada en T1/E1, a una red más económica y flexible como la IP/MPLS, aprovechando las características Ethernet sobre un amplio rango de servicios de primera milla.
- Resistencia y redundancia, entre ellas: redundancia en las controladoras con conmutación inmediata en caso de falla, redundancia de sincronización, y redundancia en las fuentes de poder así como resistencia en módulos de ventilación.
- Muy buena adaptación para múltiples servicios convergentes en una eficiente y económica infraestructura de transmisión de paquetes.
- Sincronización de funcionamiento flexible, cuenta con redundancia y además una validación independiente de precisión.

### 3.2.3 Características Generales.

En la *tabla 3.1* se puede apreciar características técnicas fundamentales del equipo, mismas que lo diferencian de otros equipos.

ESPECIFICACIONES	7750 SR-c 12	7750 SR - 12
Rendimiento del Sistema	Hasta 90 Gbps (half duplex)	Hasta 2 Tbps (half duplex) Capacidad por slot: hasta 100 Gbps (full duplex)
Redundancia en Equipamiento	CFM - XP, PEMs, ventiladores	SF/CPM, PEMs, ventiladores
Módulos extraíbles en caliente	CFM-XP, PEMs, MDAs, CMAs	SF/CPM, PEMs, ventiladores, IOMs,
Dimensiones	Alto: 22.2 cm Ancho: 44.4 cm Profundidad: 60.0 cm	Alto: 62.2 cm Ancho: 44.4 cm Profundidad: 76.5 cm
Peso	Vacío: 16.4 kg Cargado: 45.4 kg	Vacío: 33.1 kg Cargado: 136 kg
Energización	- 40 V DC a - 72 V DC nominal 220 V AC a 240 V AC	- 40 V DC a - 72 V DC nominal Varias opciones AC disponibles
Enfriamiento	Aire forzado horizontalmente	Flujo del aire de adelante hacia atrás

Tabla 3.1.- Características técnicas de los equipos 7750 Alcatel – Lucent.

En la *figura 3.2* podemos apreciar una descripción gráfica del chasis del equipo 7750 SR – 12.

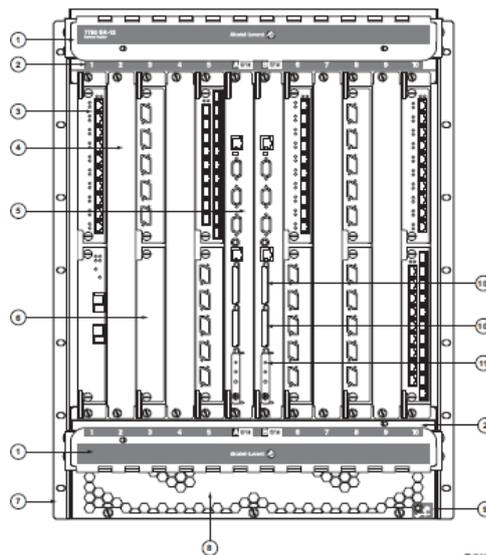


Figura 3.2.- Vista frontal del equipo 7750 SR – 12.

**Descripción:**

1. Manejo de cables.
2. Número de slot del chasis.
3. MDA instalado.
4. Panel de impedancias.
5. SF/CPM.
6. MDA panel sin uso.
7. Brackets del montaje de rack.
8. Reja de ventilación.
9. Conector anti estático (ESD).
10. Slots de compac flash.
11. Compact flash slot 3: (cf3).

En la sección de Anexos, se adjunta el *datasheet* correspondiente.

Impulsados por el rápido crecimiento de la demanda de nuevos servicios *triple – play*, los proveedores de servicios de telecomunicaciones están incorporando servicios de entretenimiento con su banda ancha y gestionándolo servicios de datos.

Como la demanda de voz, video y gestión de datos con alto rendimiento, continúa en constante crecimiento, una nueva generación de enrutadores es necesaria, misma que incorpore características orientadas a servicios, flexibilidad, escalabilidad y propiedades de sistema. El Router de Servicio de Alcatel – Lucent es un router de nueva generación. Ofrece procesamiento de paquetes completamente programables de 10 Gbps y colas por servicio jerárquicos. Lo robusto y rentable que resulta ser el equipo permite a los proveedores de servicio entregar ofertas que amplíen su base de clientes y

mejorar la velocidad de servicio, por tanto, fidelidad tanto en sus clientes empresariales como individuales.

### 3.3 ROUTER DE SERVICIO 7750 SRc -12.

El Router de Servicio SRc – 12 de Alcatel – Lucent es un equipo multiservicio diseñado desde un inicio para entregar alto rendimiento, ruteo de alta disponibilidad con administración, gestión y aprovisionamiento de servicios diferenciados. Con una capacidad de hasta 90 Gbps puede ser utilizado como base en una gran cantidad de implementaciones en redes donde las necesidades se ven aumentadas día tras día. Se puede aprovechar capacidades avanzadas de QoS, junto con la diferenciación de aplicaciones y clientes, para que los servicios puedan ser personalizados para complacer las preferencias del cliente [3].

Fueron diseñados además, con características de sistema, enrutamiento y capacidades de servicio que han hecho de ellos la plataforma de elección en más de 50 despliegues de infraestructuras de nueva generación de servicios.

El chasis del 7750 SRc – 12, como podemos apreciar en la *figura 3.3*, es un sistema totalmente redundante y tiene un total de doce ranuras de acceso. Puede alojar hasta 6 MDAs u 8 CMAs. Posee además, una ranura en la parte frontal orientado a un host que pueda ingresar al equipo desde el Módulo de Control CCM, es decir, utilizado para conexiones de consola. En la parte posterior puede albergar hasta dos Módulos de Control y Envío (CFM, por sus siglas en inglés) ofreciendo redundancia en el control, así como en el desvío de paquetes. Sólo una CFM es necesaria para la plena operación del equipo a 45

Gbps en full dúplex. Cuando dos CFMs son instalados el tráfico es compartido por ambas.



Figura 3.3.- Vista del chasis del Equipo 7750 SRc – 12.

### 3.3.1 Principales Características y Ventajas.

Existen propiedades de los equipos Alcatel – Lucent que los hacen más cotizados en el mercado, su robustez, capacidad para brindar QoS, el mismo hecho de ser un equipo de nueva generación da para conocer el por qué, varios proveedores de servicio optan por este equipo para brindar, de mejor forma, servicios diferenciados de voz, video y datos.

- Sistema Operativo probado de extremo a extremo, con un único sistema operativo en todas las plataformas, los operadores pueden estar seguros de operaciones y gestión consistentes y fiables.
- QoS de avanzada; marca la pauta con su avanzada y altamente flexible implementación de QoS jerárquica.
- Especialización en Enrutamiento de Servicios; los operadores pueden añadir nuevos servicios con alto nivel de procesamiento a la red, simplemente añadiendo un ISA al nodo.

- Servicio de Gestión; Gestionados por el ALU 5620 SAM (“*Service Aware Management*”) la red está asegurada, simplificada e integrada a través de los dominios de red y gestión de servicios.
- Respetuoso del medio ambiente; Pioneros en avances en *power efficiency* se incorporan a cada miembro 7750 SRc. En combinación con los procesos de fabricación ecológicamente sensibles, cuidadosa selección de materiales, el portafolio SR 7750 ayuda a los proveedores de servicios en la reducción de su impacto al medio ambiente.

### 3.3.2 Características Generales.

En la *tabla 3.1* se puede apreciar características técnicas fundamentales del equipo, mismas que lo diferencian de otros equipos.

En la *figura 3.4* podemos apreciar una descripción gráfica del chasis del equipo 7750 SRc – 12.

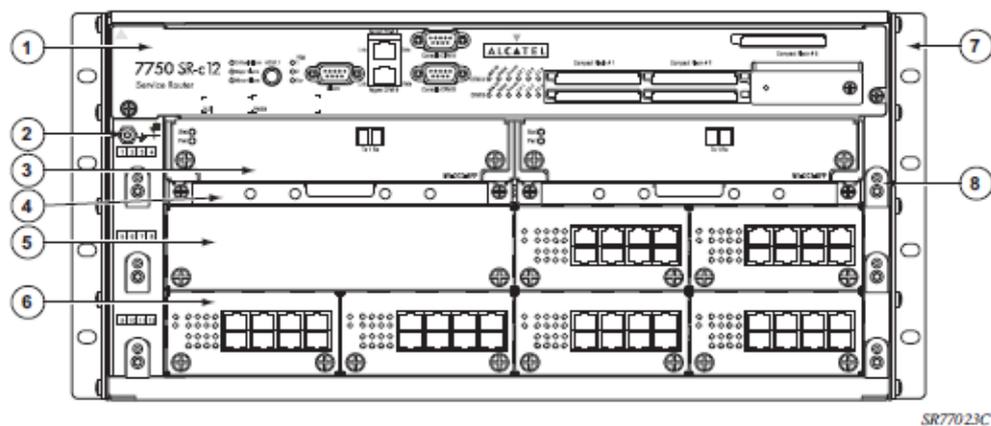


Figura 3.4.- Vista frontal del equipo 7750 SRc – 12.

#### Descripción:

1. CCM.

2. Conector electrostático ESD
3. MDA instalado.
4. MCM instalado.
5. Panel en blanco (Sin tarjeta)
6. CMA instalado.
7. Bracket de montaje en rack
8. Bracket del cable de administración.

### **3.4 ROUTER DE AGREGACIÓN DE SERVICIO 7705 SAR – 8.**

El equipo 7705 SAR – 8 de Alcatel – Lucent, diseñado para ser una solución en redes IP / MPLS, posee una arquitectura con pruebas para expansión a futuro, que permiten al proveedor de servicios disponer de una evolución constante en requerimientos de agregación. Fue construido para entregar servicios superiores a través de un aprovisionamiento efectivo, administración de tráfico, recuperación de fallos y facturación [4].

Su plataforma entrega capacidades fuertes de convergencia en las redes de acceso móvil. Con procesamiento de servicios nativos de tráfico 1G, 3G y hasta 4G (LTE), tiene la habilidad de gestionar múltiples protocolos de transporte en una infraestructura normalizada y a la vez económica. Líder en la industria de escalabilidad, provista en una unidad compacta ofreciendo una mezcla flexible de módulos y tarjetas (Interfaces Multi – puertos T1/E1, 10/100 Ethernet y Gigabit Ethernet), mismas que convergen con ATM, TDM y Ethernet sobre la nueva era de MPLS.

Optimizado para la adaptación de multiservicios, agregación y enrutamiento, especialmente sobre una infraestructura moderna como Ethernet e IP/MPLS. Aprovechando el Sistema Operativo de los Routers de Servicio (SR SO, por sus siglas en inglés), además del 5620 SAM, está disponible en plataforma con bajo consumo de energía entregando servicios altamente disponibles sobre topologías de red resistentes y flexibles [4].



Figura 3.5.- Vista del chasis del 7705 – SAR 8

En el lado de las redes, las opciones de conectividad son: *Fast Ethernet*, *Giga Ethernet* y  $n \times T1/E1$ . La plataforma puede ser configurada con módulos redundantes de transmisión y gestión.

El 7705 SAR es idealmente diseñado para:

- Agregación de redes de radio acceso:
  - Presenta convergencia en las celdas (puntos de concentración).
- Servicios de línea privados T1/E1
  - Transporte normalizado y modernizado de servicios tradicionales.

- Convergencia fijo – móvil sobre una infraestructura de paquetes.

Con la gestión de servicios extremo a extremo bajo la administración del 5620 SAM, el 7705 SAR – 8, incrementa de forma considerable la solución para el transporte en redes IP/MPLS por parte de Alcatel – Lucent.

### **3.4.1 Principales Características y Ventajas.**

Existen varias características y beneficios que distinguen al equipo SAR en la industria como pionero en la agregación del tráfico tradicional en una plataforma modernizada y normalizada como IP/MPLS:

- Migración rentable del *backhaul* basado en E1/T1 hacia una plataforma económica y flexible como IP/MPLS.
- Poder de recuperación y redundancia que incluye: un switch de conmutación por error de módulo (7705 SAR – 8), redundancia de sincronización, poder de recuperación y redundancia de red así como en la alimentación del equipo.
  - Características de capacidad de recuperación avanzada, esto permite mejorar el tiempo de actividad de red, lo que puede repercutir positivamente en la retención del cliente y permitir que los servicios críticos puedan ser ofrecidos a mayor nivel.
- Adaptación de múltiples servicios convergentes en una infraestructura de paquetes económica y eficiente.

- Amplía el servicio de enrutamiento IP / MPLS con capacidades dinámicas en el sitio remoto, hubs y bordes de la red en factores de forma compacta, con bajo consumo de energía.
- Transición de conectividad PDH hacia Ethernet y/o la creación de redes basadas en IP, la infraestructura puede reducir considerablemente los gastos recurrentes de operación tales como los costos de arrendamiento de línea.
- Sincronización precisa permite una implementación rentable de paquetes a través de infraestructuras y mejora la experiencia del usuario (por ejemplo, menor pérdida de datos y un mínimo de llamadas perdidas en aplicaciones móviles).

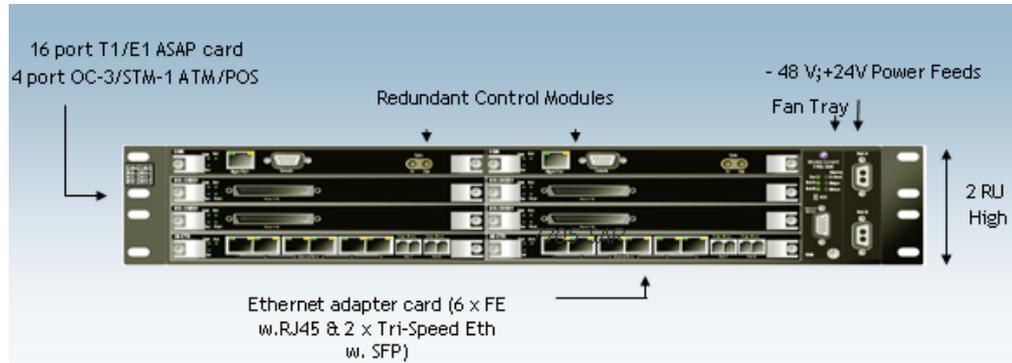
### 3.4.2 Características Generales.

En la *Tabla 3.2* se pueden apreciar propiedades técnicas, que hacen de este equipo, como uno de los más efectivos para la instalación del mismo en sitios remotos:

7705 SAR - 8	
Parámetros	Descripción
Dimensiones	(8.9 x 44.4 x 25 cm) (Alto x Ancho x Profundidad)
Peso (Sin Equipar)	3.8 kg
Peso (Equipado con Ventilador, 2 CSM, 2 Tarjetas Ethernet, 4 Tarjetas ASAP)	7.3 kg
Slots para tarjetas	6
Slot para Ventiladores	1
Slots para CSM	2
Montaje	Se recomienda se lo haga en un Rack de 19 pulgadas.

**Tabla 3.2.-** Características técnicas del equipo 7705 Alcatel – Lucent.

En la *figura 3.6* podemos apreciar una descripción gráfica del chasis del equipo 7705 SAR – 8.



**Figura 3.6.-** Vista frontal del equipo 7705 SAR – 8.

## CAPÍTULO IV

### 4 SERVICIOS DE UNA RED MULTISERVICIOS

En el pasado, en los sitios remotos, geográficamente hablando, las facilidades de las telecomunicaciones eran interconectadas vía TDM, Frame Relay o redes ATM, hoy por hoy, estos lugares requieren de mayor ancho de banda, facilidades de redes dinámicas y escalabilidad para proveer a los usuarios servicios de calidad. La convergencia de varias tecnologías, como Ethernet y MPLS ha dado lugar al surgimiento de una nueva infraestructura de red el cual es efectivo en su costo como en la provisión de ancho de banda lo cual provee tanta escalabilidad como resistencia, aún más, usando estándares aceptados por la industria global.

#### 4.1 PARÁMETROS A CONSIDERAR PARA LA CONFIGURACIÓN DE SERVICIOS.

Para poder abordar este punto iniciaremos definiendo lo que es un **Servicio**. Un servicio es una entidad lógica que provee una configuración y administración uniforme y de extremo a extremo. Además un servicio debe poseer un modelo de facturación que provea conectividad ya sea entre VPNs (de capa 2 o capa 3) o Internet.

Cada servicio es reconocido por un único identificador, llamado ID de servicio.

Estos servicios, como lo mencionamos anteriormente, pueden proveer servicios de conmutación en capa 2, o de conectividad enrutada por IPs de capa 3. Hay que tener en cuenta que un servicio puede ser, tanto global como local. Un servicio local VPWS (*“Virtual Private Wire Service”*, Servicios punto – punto) envuelven a varios SAPs (*“Service Access Points”*) en el mismo enrutador, por otro lado, un servicio de VPRN o VPLS local envuelven dos o más SAPs en el mismo enrutador. Un servicio distribuido se extiende a más allá de un solo enrutador, estos usan SDPs. A continuación se define lo que es un SAP y un SDP [5].

- **SAP (Punto de Acceso al Servicio).**- Son los puntos en los que una capa puede encontrar disponibles los servicios de la capa inmediatamente inferior. Cada SAP tiene una dirección que lo identifica y por la que se invoca el servicio.
- **SDP (Punto de Distribución de Servicios).**- Los servicios distribuidos usan SDPs (*“Service Distribution Points”*) para direccionar el tráfico hacia otros enrutadores a través de túneles de servicio. Estos SDPs son creados en cada enrutador participante, especificando la dirección de origen y destino.

#### 4.2 SERVICIOS PUNTO – PUNTO.

Conocidos como Servicios de Cables Virtuales Privados, VPWS por sus siglas en inglés, son servicios de Capa 2. Para el punto de vista del cliente, las conexiones son una especie de enlaces arrendados entre dos locaciones.

Además de ser transparentes para los datos de los clientes y los protocolos, los proveedores de servicio pueden aplicar facturación al ingreso o egreso de datos, así como políticas de calidad de servicio. Soportan tecnologías como Ethernet, ATM, Frame Relay o TDM [5].

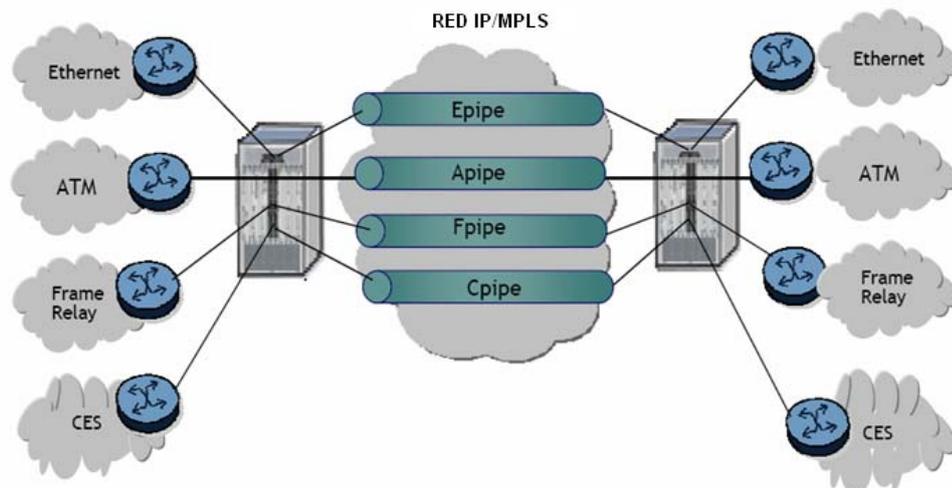


Figura 4.1.- Servicios VPWS en una red IP/MPLS.

En la figura 4.1, podemos apreciar los distintos servicios VPWS que se pueden encontrar en una red IP/MPLS.

#### 4.2.1 Descripción de E – Pipe.

Un E – Pipe es un servicio perteneciente a VPWS, que, como su nombre, crea un path ethernet virtual, que puede ser local o global. Sobra decir que es un servicio punto – punto. Ahora bien, cuando hablamos de un epipe local, el servicio es creado entre dos SAPs en el mismo nodo (los SDPs no son usados en servicios epipe locales), como lo muestra la *figura 4.2.a*, mientras que cuando se trata de un epipe distribuido, se trata de dos SAPs en diferentes nodos (con la ayuda de SDPs), tal como lo muestra la *figura 4.2.b*.

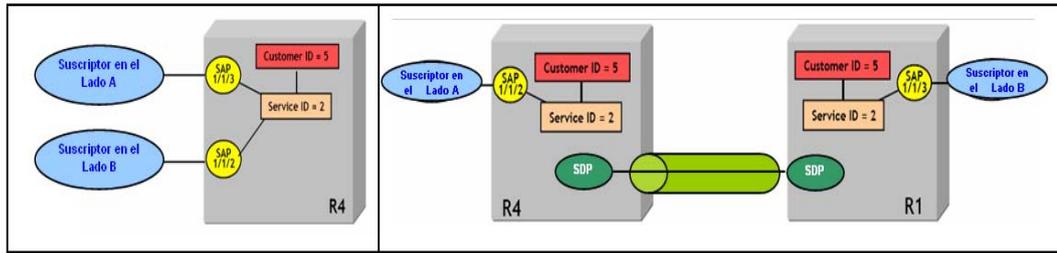


Figura 4.2.- a) Servicio E – Pipe Local. b) Servicio E – Pipe Distribuido.

Para la configuración de cada SAP, se debe especificar qué puerto es asignado al SAP, el puerto debe tener un tipo de encapsulación. En la *tabla 4.1* se enuncian ciertos tipos:

Tipo de Puerto	Encapsulación
Ethernet	Null
Ethernet	Dot 1Q

Tabla 4.1.- Tipos de Encapsulación para Puerto tipo Ethernet.

Cuando hablamos de encapsulación tipo **Null**, ésta soporta un solo servicio en el puerto, por ejemplo, cuando se tiene un solo cliente con sólo una atención en el equipo de frontera es conectado al puerto, la ID de encapsulación siempre es 0. Mientras que **Dot1Q**, permite tener múltiples servicios en un puerto para un solo cliente o para varios, su ID de encapsulación es usado para distinguir al servicio, como la ID de las VLAN.

#### 4.2.2 Descripción de C – Pipe.

El cpipe provee una conexión bi – direccional en capa 2 de Servicios TDM en redes IP/MPLS de usuarios finales.

Dicho de otra forma un cpipe es un Servicio de una VPN punto a punto simulando una línea TDM arrendada. Los enrutadores de frontera que se encuentran conectados hacia los sitios de los clientes a través de circuitos locales reciben tráfico TDM nativo, a este tráfico lo encapsulan para transportarlo en túneles virtuales a través de la red (por lo general IP/MPLS) para alcanzar el sitio remoto. En la *figura 4.3* podemos observar el funcionamiento de un cpipe.

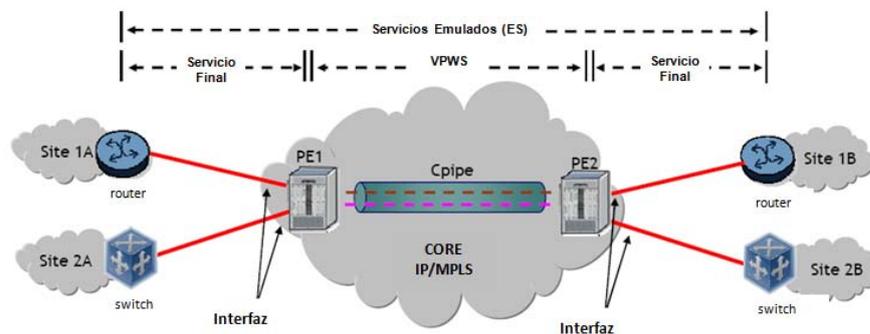


Figura 4.3.- Servicio C – Pipe.

El cpipe, al igual que el epipe, puede ser configurado en conexión local como en conexión remota. Es conocida también como “CES – Pipe”, servicio de circuitos emulados.

#### 4.2.3 Descripción de F – Pipe.

En el pasado, el mercado de las VPNs fue dominado por líneas de frame relay y líneas privadas, el cual había penetrado en, aproximadamente, el 90 por ciento de conexiones hacia empresas. La popularidad de frame relay sobre líneas privadas se basa en su bajo costo y en el soporte para tráfico tipo ráfaga. De todas maneras, el crecimiento de redes FR es limitado, dado su velocidad y lo costosa que puede llegar a ser una solución multipunto.

Para los proveedores que posean este tipo de servicio, la red MPLS les permite prolongar la existencia de su infraestructura mediante la interoperabilidad de servicios, creando de esta forma servicios híbridos. Esta es la respuesta para proveedores que posean esta tecnología y quieran iniciar una migración hacia Ethernet VPWS.

El Servicio VPWS fpipe provee un servicio frame relay punto a punto entre usuarios conectados a nodos pertenecientes a una red IP/MPLS. Los usuarios se conectan a través de PVCs (“*Private Virtual Circuits*”). El tráfico de frame relay es recibido por el SAP como un circuito virtual, mismo que es encapsulado para ser transmitido a través de un *pseudowire*, esta encapsulación se lleva a cabo como manda la RFC 4619, métodos de encapsulación para el transporte de Frame Relay en redes MPLS.

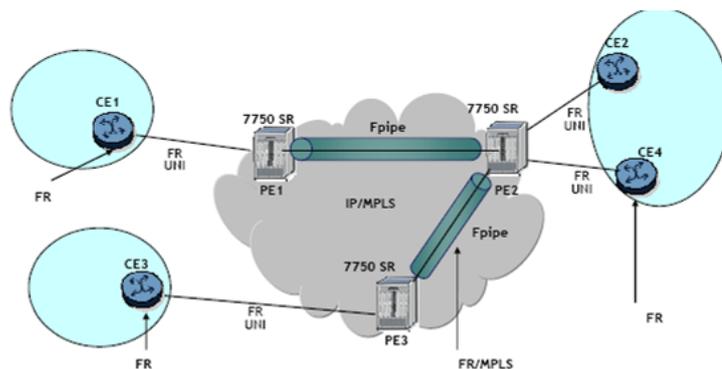


Figura 4.4.- Servicio F – Pipe.

La figura 4.4 describe a un servicio fpipe dentro de una red IP/MPLS.

#### 4.2.4 Descripción de A – Pipe.

Los ATM VPWS (apipe) proveen un servicio ATM punto a punto entre usuarios conectados a nodos de una red IP/MPLS. De igual manera que los anteriores, los apipe pueden ser configurados de forma local o distribuida.

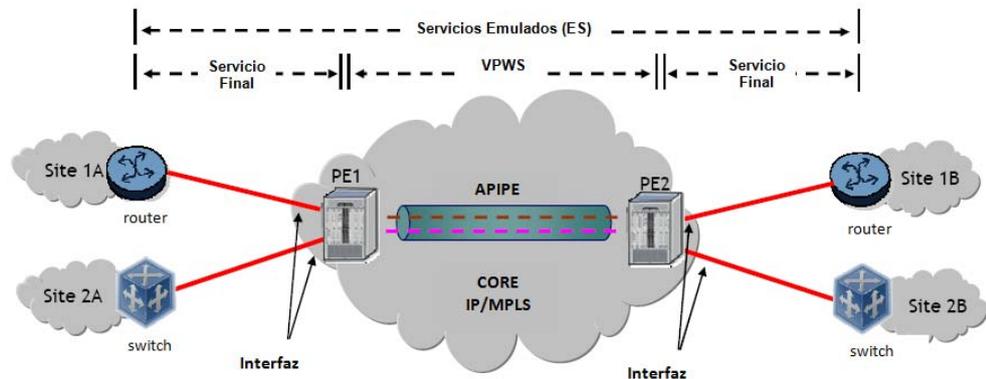


Figura 4.5.- Servicio A – Pipe.

La encapsulación del tráfico ATM se la realiza mediante el *cell mode* o bien mediante el *AAL5 SDU*. La diferencia entre ambos es que en el primero la concatenación de pseudowires está soportada. Los pseudowires se mantienen mediante el uso de LDP.

De igual manera, este Servicio está disponible para una configuración de manera local o distribuida.

Es sumamente importante mencionar de tecnologías como Ethernet, ATM y Frame Relay a través de una red IP/MPLS. Esta capacidad de los servicios VPWS permite a las diferentes redes de capa 2 ser conectadas entre sí en el core de la red.

### 4.3 SERVICIOS MULTIPUNTO – MULTIPUNTO.

Estos tipos de servicios pueden ser diferenciados como VPNs de capa 2 para VPLS, y VPNs de capa 3 para VPRN. A manera de una breve

introducción, podemos decir que una VPLS es una clase de VPN (Capa 2) que permite la conexión de múltiples sitios en un dominio **conmutado** sobre una red IP/MPLS administrada por un proveedor de servicios; mientras que una VPRN es otro tipo de VPN (Capa 3) que permite la conexión de múltiples sitios dominio **enrutado** sobre una red IP/MPLS administrada por un proveedor de servicios.

Estos dos servicios son los que se describen a continuación.

#### 4.3.1 VPLS “Virtual Private LAN Service”

VPLS es un servicio multipunto a nivel de capa 2 que permite la interconexión de varios nodos en un solo entorno conmutado que se encuentra dentro de una red IP/MPLS. Los sitios de los clientes el VPLS aparentar estar dentro de la misma LAN, incluso cuando éstos nodos se encuentran geográficamente dispersos [7].

Una VPLS puede abarcar tanto un nodo como múltiples nodos. Cuando VPLS abarca un solo nodo los datos de los suscriptores son distribuidos a través de múltiples SAP dentro del nodo, este tipo de VPLS no requiere de SDP; mientras que una VPLS que abarca múltiples sitios, los datos del cliente ingresan al nodo usando al menos un SAP. Los datos son transportados en la red a través de túneles en la red IP/MPLS, y en cada nodo requiere de al menos un SDP. Esto se lo puede apreciar en la *figura 4.6*.

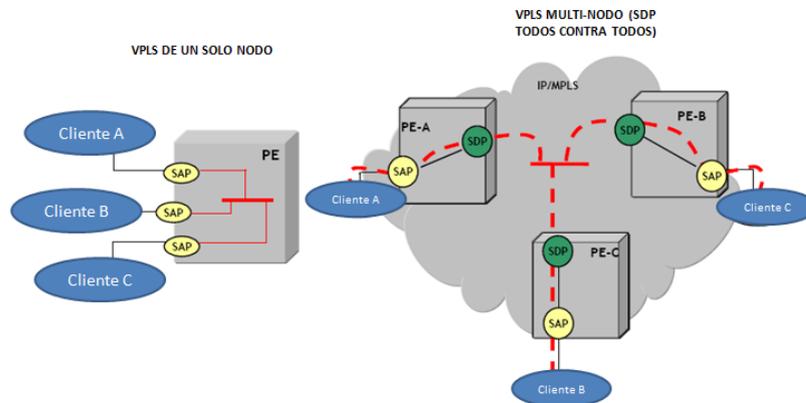


Figura 4.6.- Descripción De VPLS local y distribuida..

VPLS conmuta el tráfico basado en las direcciones MAC, eso sí, asociada al SAP apropiado. En la *figura 4.7* podemos apreciar el funcionamiento de una VPLS.

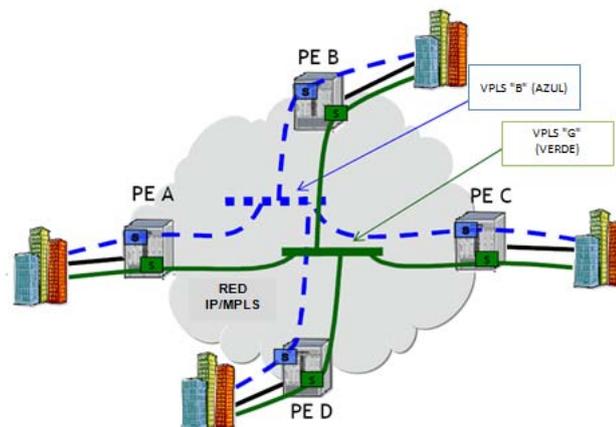


Figura 4.7.- Representación de dos VPLS.

Para que se dé lugar a una VPLS en una red IP/MPLS, los enrutadores participantes deben soportar todas las características clásicas de Ethernet, como por ejemplo el aprendizaje de direcciones MAC, y recepción y envío de paquetes. Los nodos aprenden la dirección MAC de origen del tráfico que arriba en sus puertos de acceso y de red. Visto de un punto de vista funcional,

esto quiere decir que cada equipo de armar una VPLS en cada momento, esto se lo conoce como un *switch virtual (VS)*.

La operación de VS en un enrutador se la realiza a través de de la Base de Datos de Envío (FD, por sus siglas en inglés), misma que es poblada con todas las direcciones MAC aprendidas. Todo el tráfico es conmutado basado en direcciones MAC y reenviado entre todos los enrutadores participantes usando túneles LSP [7].

Por defecto, los paquetes que posean destino desconocido, son enviados a lo largo de todos los LSPs de todos los enrutadores participantes hasta que la dirección de destino sea encontrada dentro de los enrutadores asociados al servicio.

Beneficios de usar VPLS, existen varios, por esto, enlistaremos beneficios tanto para el cliente, como para el Proveedor de Servicios, en la *figura 4.8* podemos observar el funcionamiento entre las redes del cliente y el proveedor:

Beneficios para el Cliente,

- El servicio multi – punto es transparente e independiente del protocolo de enrutamiento que se esté utilizando.
- El costo de equipos reduce significativamente, ya que no son necesarios equipos de complejidad alta.
- Se reduce la conversión de protocolos de capa 2 entre la LAN y las WAN.

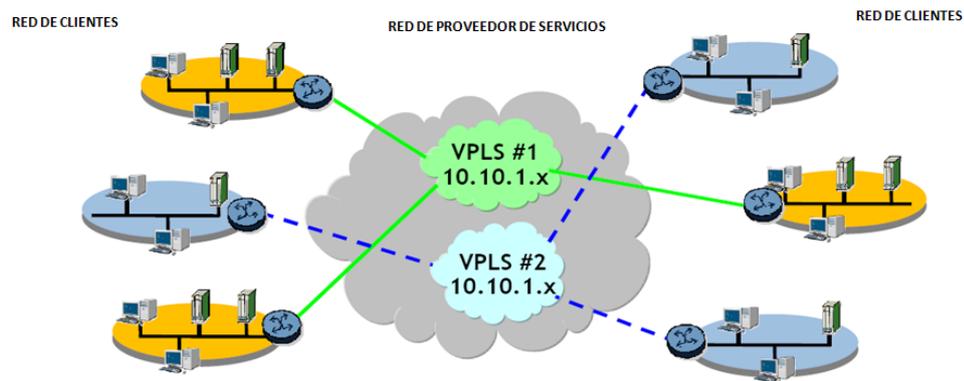


Figura 4.8.- Proveedor de servicios vs Clientes.

Mientras que para el proveedor de servicios,

- Existe una clara demarcación entre la funcionalidad entre el proveedor de servicios y las redes de los clientes.
- El proveedor no tiene que tratar con los problemas de enrutamiento de los clientes.
- Colocar nuevos sitios en la red, demanda una mínima re – configuración en los equipos.
- Provisión de más ancho de banda y de un servicio más rápido.
- Parámetros de ingreso y egreso pueden ser definidos por separado.

#### 4.3.2 VPRN “Virtual Private Remote Networking”

VPRN es un tipo de VPN que permite la conexión de múltiples sitios sobre un dominio **enrutado** sobre una red IP/MPLS administrada por un proveedor. La perspectiva que el cliente tiene de esta red, es que los nodos están conectados a una red privada enrutada, mientras que el proveedor de servicios puede realizar una reutilización de la red IP/MPLS para ofrecer nuevos servicios [6].

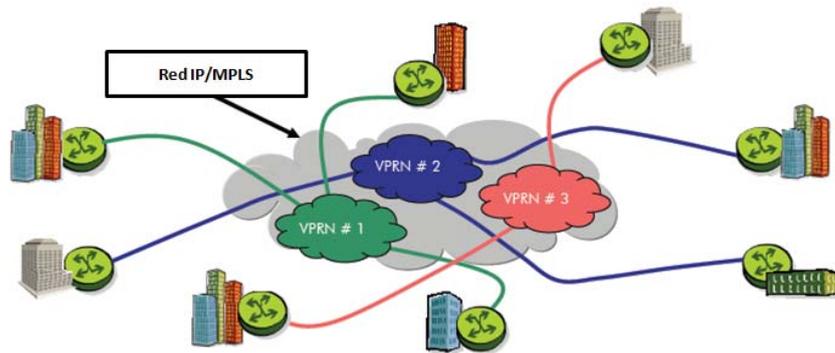


Figura 4.9.- VPRNs sobre una red IP/MPLS.

Cada VPRN aparece como una instancia de ruteo adicional, las rutas para el servicio entre varios equipos de frontera (PE) son intercambiadas usando MP – BGP. Cada router asociado al proveedor mantiene una diferente tabla de direcciones para cada VPRN existente. Los paquetes de los clientes son aislados de forma segura, mientras que la red sigue siendo una infraestructura compartida.

Antes que un paquete de datos de un cliente viaje a través del backbone de un proveedor, es encapsulado con la etiqueta MPLS que le corresponde, en la VPN del cliente, a la ruta que mejor se adapte a la dirección de destino del paquete. El paquete MPLS es más encapsulado con otra etiqueta MPLS, de esta consigue pasar por el túnel a través del backbone hasta el PE apropiado. Los equipos que pertenecen al backbone no necesitan saber las rutas de la VPN [6]

Por esto, los sitios parecen estar conectados directamente entre sí, a nivel de IP. Ahora bien, de aquí parten muchas de las ventajas del uso de VPRNs, algunas de ellas son enlistadas a continuación:

- Simplifica el enrutamiento en los sitios del cliente, ya que el proveedor administra la zona enrutada. Ciertos sitios pueden lograr una conectividad total con tan sólo una ruta por defecto. Toda la infraestructura puede ser administrada tan sólo por el proveedor.
- Esta infraestructura presenta redundancia y flexibilidad a la hora de crecer, además de encontrar beneficios en el diseño de la infraestructura del core.
- La seguridad ofrecida por una VPRN es muy similar a la seguridad inherente ofrecida por servicios de capa 2 como Frame Relay o ATM, y su implementación de circuitos virtuales. En una VPRN, la conexión entre múltiples sitios, puede ser vista como una conexión lógica dedicada entre sitios diferentes del mismo cliente, lo cual en concepto, es muy similar a los circuitos virtuales.
- La privacidad y seguridad son administradas por el aislamiento de cada red y la topología de ruteo por la separación de rutas en tablas lógicas de ruteo. El cliente está permitido de virtualmente usar cualquier jerarquía de direccionamiento, independiente de la elección de los proveedores del direccionamiento y de las direcciones de otros clientes del proveedor.
- Cualquier tipo de interconexión física puede ser usada entre equipos del *core* y equipos tipo *edge*, siempre y cuando ambas entre los equipos sean soportadas.

Se tiene que entender que entes caso, IPv4 no es lo mismo a un VPN-IPv4, la diferencia consiste en un campo de 64 bits que se le adhiere a éste último para asegurarse que la IP sea globalmente única, conocido como *Route Distinguisher*, como podemos observar en la *figura 4.10*.

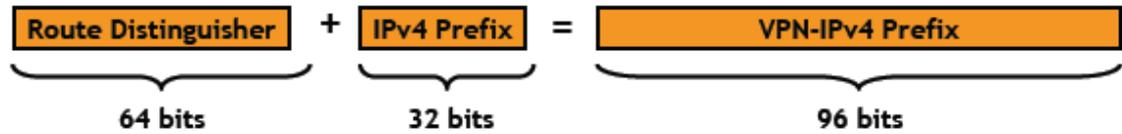


Figura 4.10.- Estructura de una VPN – IPv4.

Esto permite que múltiples rutas destinadas a la misma dirección de destino IPv4 que coexistan en la misma tabla BGP puedan ser tratadas como entradas diferentes. Esto evita el problema de IPv4 de superposición de direcciones. Este campo posee tres campos:

- Tipo, de 2 bytes,
- Administrador, 2 ó 4 bytes,
- Número Asignado, 4 ó 2 bytes.

La longitud de ambos campos va a depender de que se utilice el Sistema Autónomo o la IP. Éstos son provistos por el proveedor de servicios, valga la redundancia. Es viable colocar el mismo el mis Distinguidor de Ruta a todos los sitios pertenecientes a la misma VPRN. En la *figura 4.11*, podemos ver un ejemplo de esta estructura.



Figura 4.11.- Ejemplo de "Route Distinguisher".

## **CAPÍTULO V**

### **5 DISEÑO DE LA RED MULTISERVICIOS PARA EL TRANSPORTE DE TRÁFICO 2G Y 3G**

En este capítulo, ahondaremos en las consideraciones que se deben tener al diseñar una red multiservicios, direccionamiento IP e inclusive la configuración de equipos Alcatel – Lucent será expuesta para la creación de servicios 2G y 3G. Debemos considerar que una red como estas, debe poseer, entre otras características, ser una red “*carrier class*”, además de crear facilidades para una posible expansión de la red. En la actualidad, los servicios que se pretenden ofrecer, necesitan de una optimización del canal, para esto una red IP/MPLS es la que puede dar la solución a este inconveniente.

#### **5.1 PREMISAS DE DISEÑO DE LA RED.**

Para proceder con el Diseño de la Red, antes se deben entender conceptos a los cuales nos apegaremos para el correcto desenvolvimiento del presente Proyecto. Además se debe entender por qué se opta por el diseño de una red IP/MPLS, y los servicios que se puedan prestar en la misma.

### 5.1.1 Red “Carrier Class”

Hoy en día cualquier empresa de éxito necesita disponer de una red que pueda estar continuamente operativa y con disponibilidad *carrier – class* para poder dar cobertura a las demandas de las comunicaciones IP y las aplicaciones de misión crítica. La disponibilidad *carrier – class* garantiza que los usuarios tengan acceso constante a todos los recursos y posibilita que los servicios estén disponibles en todo momento. Para garantizar el más alto nivel de fiabilidad, los equipos que se utilizarán en el Diseño de esta red (Equipos Alcatel – Lucent) se han diseñado con una arquitectura distribuida que permiten características *carrier – class*, incluyendo redundancia y resistencia completas.

Una característica única de una red con disponibilidad *carrier – class* es la conmutación continua inteligente, que proporciona un funcionamiento continuo en caso de fallo. Con la conmutación continua inteligente las rutas aprendidas o configuradas se distribuyen pese a que la controladora principal falle, es decir, la controladora B está lista en todo momento, en caso de posibles fallas de la principal [9].

En caso de fallo del módulo de gestión o de matriz de conmutación primario, el control del sistema pasa automáticamente al secundario sin pérdida de conexiones o capacidad de conmutación.

El tráfico L2/L3 (de Capa 2 o Capa 3) existente, incluyendo las conversaciones de voz, continuará de manera fiable sin interrupción.

Asimismo, los equipos de Alcatel – Lucent pueden crear nuevas conexiones durante esta redirección de recursos; toda una novedad en el sector. La redundancia de la red es una parte crítica de la disponibilidad de la red y estos equipos proporcionan un amplio soporte para ello ya que incluye protocolos avanzados de redundancia de enrutamiento, compartición de carga y mecanismos para la rápida configuración de los enlaces entre conmutadores, servidores y otros dispositivos de red.

Se ofrece además, componentes de sistema totalmente redundantes para garantizar un funcionamiento continuo. Esto incluye:

- Subsistemas del chasis redundantes.
- Módulos sustituibles en caliente.
- Componentes de compartición de carga.
- “Descarga sin impacto” de software opcional, como el enrutamiento avanzado, que permite la actualización en funcionamiento sin necesidad de reiniciar.
- Bootstrap de arranque descargable.
- Recuperación de imagen para volver a cargar automáticamente las configuraciones y las versiones de software anteriores.

Los Enrutadores de Servicio de Alcatel – Lucent lideran la industria proporcionando disponibilidad y funcionalidades carrier-class. Como se mencionó en el Capítulo III, los equipos con los cuales se va a realizar el diseño de esta red, cuentan con redundancia de energía, administración y tratamiento de tráfico.

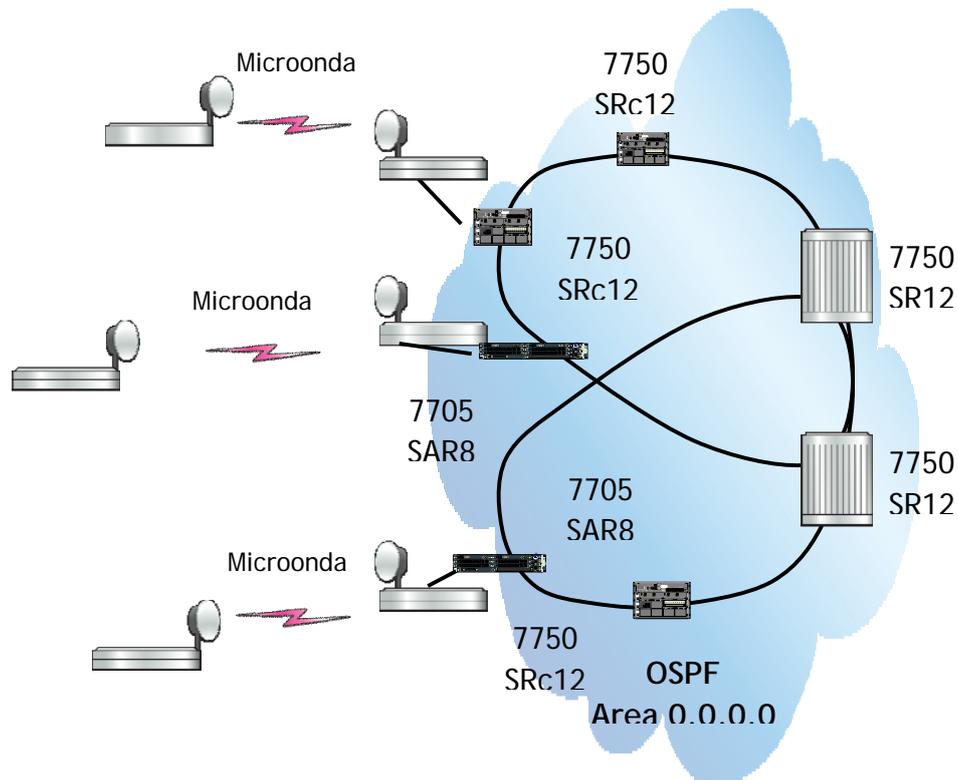
### 5.1.2 Configuración bajo una sola área de OSPF.

Respecto a la implementación del protocolo de enrutamiento OSPF en redes multiservicios, poseemos características como son las redes multi – áreas y redes de una sola área. A continuación se presentarán características de redes con ambas topologías, y se observará el por qué se escogió configurar los equipos con OSPF en una sola área.

Como características del despliegue de **OSPF en una sola área**, mencionaremos las siguientes:

- Configuración simple y fácil resolución de problemas, en lo que respecta a la planificación de la red se tiene la misma configuración en todos los elementos de la red. No hay necesidad de buscar soluciones de problemas en zonas mal configuradas, tan sólo buscar en la configuración de enlaces individuales.
- LSPs de extremo a extremo, con el fin de establecer un LSP, la dirección de loopback (/32) del nodo de destino se necesita ser conocida. Un despliegue de una sola área hace esto posible.
- Ingeniería de tráfico con LSPs de extremo a extremo, OSPF – TE y RSVP – TE, son protocolos de área opaca, es decir, nunca traspasan sus bordes. El despliegue de OSPF por una sola área hace posible establecer LSPs extremo a extremo que se encuentran en diferentes anillos.
- Escalabilidad, los equipos ALU soportan hasta 255 equipos en una sólo área en el despliegue de OSPF. La topología de la base de datos se mantiene siendo muy simple ya que sólo la dirección de la interfaz de sistema y las direcciones de enlace se intercambian.

En la *figura 5.1* se puede apreciar una red con distintos anillos, pero todos, configurados bajo la misma área OSPF. En la figura podemos apreciar los equipos que participará en el diseño de esta red.



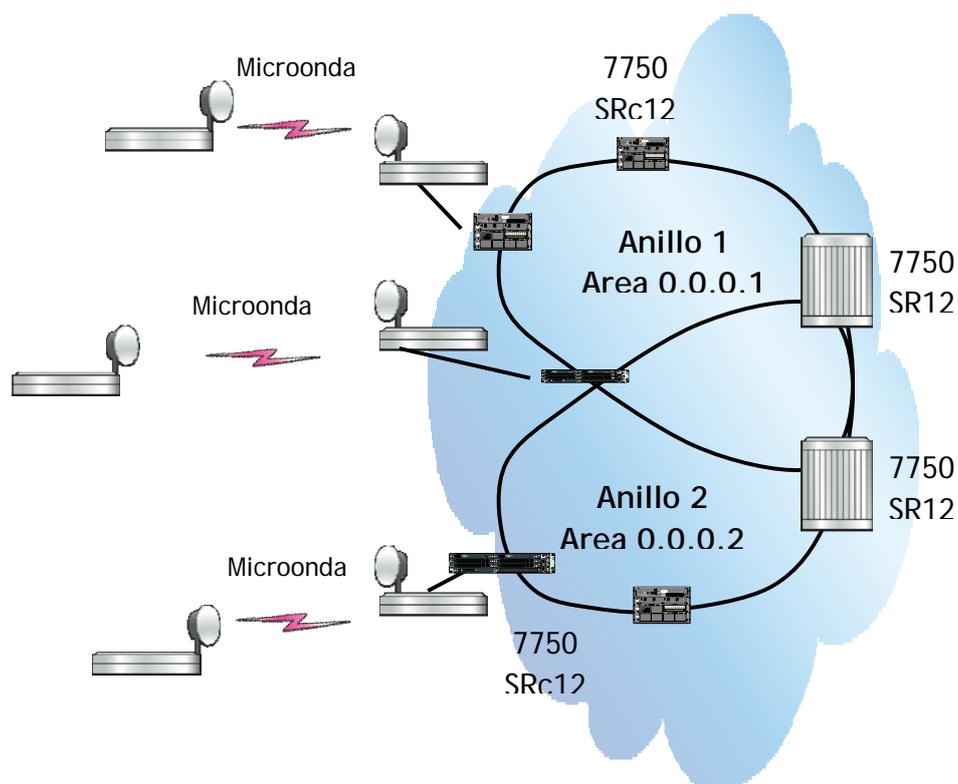
**Figura 5.1.-** Despliegue de una red Multiservicios bajo una sola área OSPF.

Ahora bien, enunciaremos las características del despliegue de una red con **OSPF y múltiples áreas**:

- En cuanto a la Jerarquía de la Red, se incrementa su escalabilidad, esto permite sumarización, ayudando a que se reduzca el tamaño de la Base de Datos de la topología, el consumo de memoria y por ende, acelerando el cálculo SPF.

- No existen LSPs de Extremo a Extremo, para poder configurar un LSP de extremo a extremo, la dirección de loopback (/32) debe ser conocida; al segmentar la red si la sumarización no está permitida, es imposible crear LSPs de extremo a extremo entre anillos diferentes.
- No existen LSPs de extremo a extremo con Ingeniería de tráfico, el despliegue de OSPF multi – área hace que sea imposible que exista tráfico en los LSPs de extremo a extremo con ingeniería de tráfico.

En la *figura 5.2*, se puede apreciar el despliegue de una red con OSPF multi – área.



**Figura 5.2.-** Despliegue de una red Multiservicios bajo OSPF multi – área.

Después de lo aprendido, en la *tabla 5.1* se presenta una tabla comparativa entre una red con OSPF multi – área y con OSPF de una sola área.

Criterio de Comparación	Despliegue de una sola área	Despliegue de multi - área
Jerarquía (Sumarización)	No	Sí
Configuración/Resolución de problemas	Fácil	Poco complicado
LSPs Extremo a Extremo	Sí	No
LSPs con TE Extremo a Extremo	Sí	No
Escalabilidad	Medio (255)	Alto

**Tabla 5.1.-** Tabla comparativa entre redes OSPF de una sola y multi área.

Esta es la razón por la cual se ha escogido realizar la configuración de los equipos con una sola área de OSPF, en Ingeniería de Tráfico necesitamos que los LSPs sean de extremo a extremo, de esta manera reducimos el posible impacto en tiempo de recuperación ante un fallo en la red.

### 5.1.3 Servicios que brinda una Operadora.

Para satisfacer la creciente demanda de banda ancha móvil y nuevos servicios móviles, los operadores se enfrentan a dos opciones principales para la arquitectura del backhaul de sus redes para poder manejar las crecientes necesidades que se presentan:

- Continuar con el crecimiento de la infraestructura de la red tradicional (por ejemplo TDM, y la agregación de ATM)
- Transformar la infraestructura de la red tradicional de transporte de paquetes en red de próxima generación.

Es que es fundamental, tomar en consideración el costo/Mbps que puede involucrar realizar estos cambios en una operadora, esto es fundamental en las redes actuales, ya que el margen de beneficio por Mbps se ha reducido

considerablemente con la introducción de las tecnologías de banda ancha, como HSDPA, y tendrá aún más importancia con el despliegue de tecnologías como LTE.

Una vez que la decisión de tener una red basada en paquetes se ha tomado, un proceso de diseño detallado es el más adecuado. Una de las mayores preocupaciones que los operadores tienen, es desplegar su red con L2VPNs (VPNs de capa 2) o L3VPNs (VPNs de capa 3). Esto se lo repasará a continuación.

#### ❖ Comparación entre L2VPN y L3VPN.

Ambos servicios son usualmente desplegados sobre una red IP/MPLS y comparten los beneficios de usar esa tecnología:

- ✓ Los servicios son aprovisionados en los routers de frontera (PE).
- ✓ Los routers intermedios (P, *Provide routers*) conmutan el tráfico usando etiquetas de 4 bytes, sin estar al tanto de los servicios que transporta, haciendo más rápida y eficaz la conmutación.
- ✓ Convergencia de menos de 50 ms al usar RSVP – TE en conjunto con *Fast Reroute* (FRR).

Sin embargo, ambos tipos de servicios varían en muchos aspectos, lo cual los hace adecuados para diferentes aplicaciones y arquitecturas de red.

Una gran característica de las L3VPNs que se puede acceder utilizando casi todas las tecnologías de acceso disponibles: Ethernet, FR, ATM, TDM, etc. Por otro lado las L2VPN son servicios, que necesitan que todos los extremos utilicen la misma tecnología de acceso, a excepción de los servicios

Ethernet que pueden usar FR, ATM y TDM. Sin embargo, esto no es lo que se necesita en el backhaul de una operadora, ya que ambos extremos suelen usar la misma tecnología.

Habiendo enlistado los aspectos más positivos de una L3VPN, ahora se va a ahondar en los hechos por los cuales se los hace menos deseables en el backhaul de una operadora.

Mientras que las L2VPN proveen un transporte transparente del tráfico de los clientes y permiten cualquier protocolo de capa 3 ser usado en la red, L3VPNs son basadas en IP, requiriendo que los dispositivos finales del cliente soporten pilas de IP. Esto no representa un problema en redes 3G (Basados en IP/Ethernet) o CDMA (especificaciones más recientes basadas en IP). Sin embargo las redes GSM no están basadas en IP y no puede ser transportando utilizando L3VPNs. Ahora bien, el servicio CPIPE, es la posible alternativa para enfrentar este problema.

Las L2VPN proveen un punto claro de demarcación entre la red de transporte y los dispositivos del cliente. El proveedor de la red de transporte es responsable de la conectividad a nivel de Capa 1 y Capa 2, nunca interactúa con el enrutamiento del cliente ni la conectividad a nivel de capa 3. Usualmente esto es preferible en los operadores ya que provee una separación clara de responsabilidades.

Por otra parte, las L3VPNs requieren de alta interacción entre departamentos de transporte y acceso, es decir requiere crear un IP Planning, incrementando el tiempo para el diseño de la red, y con ello el tiempo de comercialización.

Lógicamente, la configuración y aprovisionamiento de una L3VPN es más complicada que una L2VPN, ya que estas últimas tan sólo requieren LDP o RSVP – TE para transportar el intercambio de etiquetas y T – LDP entre los extremos de los servicios para señalar las etiquetas, siendo T – LDP mucho más fácil de usar que MP – BGP. En la *tabla 5.2* se aprecia una tabla comparativa entre L2VPN y L3VPN.

Criterio de Comparación	L3VPN	L2VPN
Flexibilidad de Acceso	Muy Buena	Muy Buena
Protocolos de capa 3	Basado en IP	Transparente
Transporte de GSM	No	Sí
Complejidad de aprovisionamiento	Alto	Bajo
Complejidad de Resolución de Problemas	Alto	Bajo

**Tabla 5.2.-** Tabla comparativa entre L2VPN y L3VPN.

Como vemos las VPNs de capa 2 son más fáciles de implementar y administrar, pero las VPNs de capa 3 no dejan de ser importantes. Es importante recalcar, que en la administración de Nodos B, en tráfico 3G, es fundamental la creación de servicios como VPRNs.

#### 5.1.4 Grupo de Agregación de Enlaces (LAG)

Un grupo de enlaces agregados (LAG) incrementa el ancho de banda disponible entre dos nodos mediante el agrupamiento de hasta ocho puertos en un enlace lógico. La agregación de múltiples enlaces físicos permite la distribución de carga y ofrece redundancia continua [11].



### 5.2 DIAGRAMA DE LA RED MULTISERVICIOS.

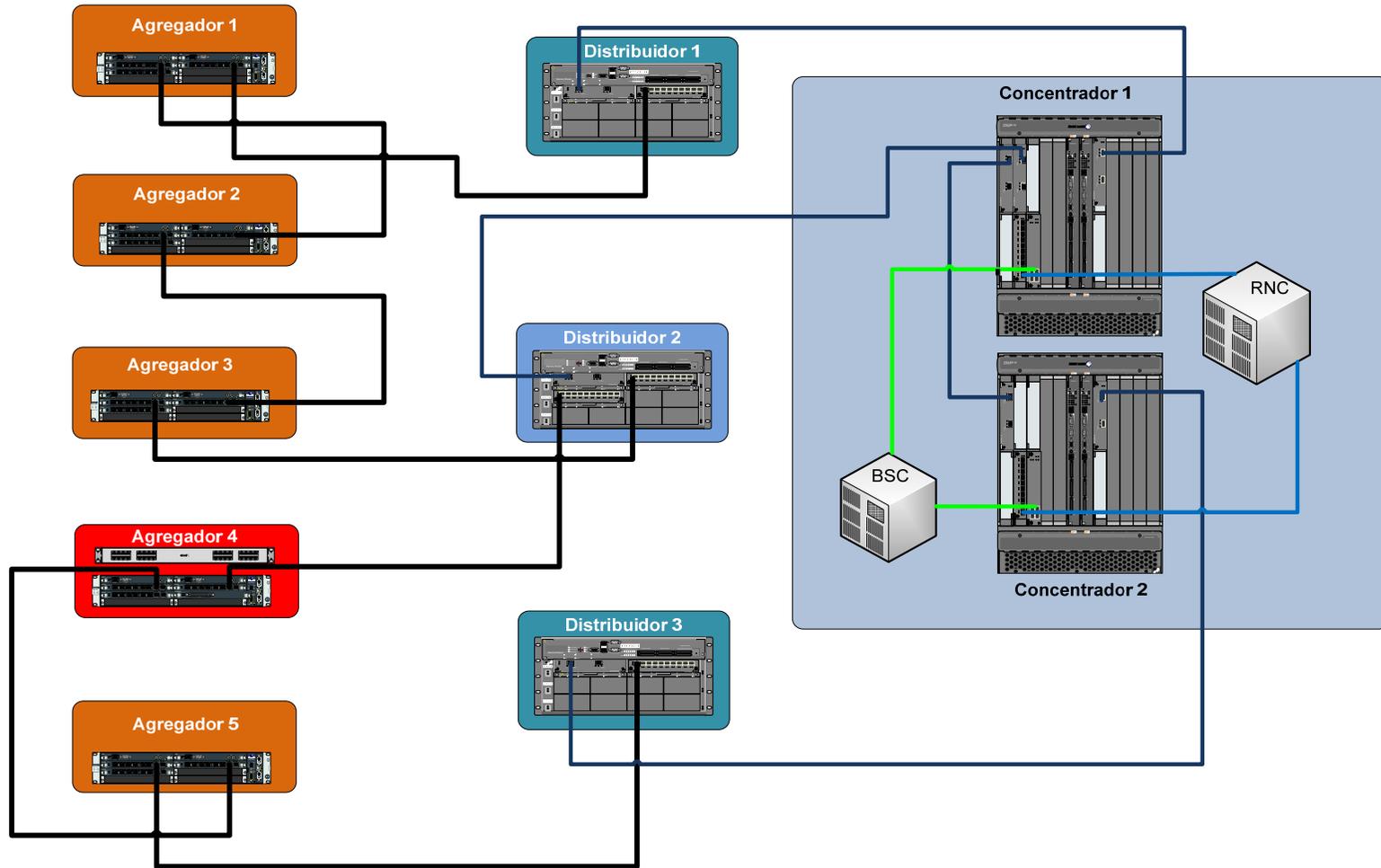


Figura 5.3.- Diagrama de la Red Multiservicios.

### 5.3 DIRECCIONAMIENTO DE LA RED.

Para el direccionamiento IP de la Red Multiservicios se utilizarán Redes Privadas IPv4, tanto para las IPs de los enlaces punto a punto como para las Direcciones de Sistema. El diseño de la red de los Nodos B, no forma parte del Diseño de esta red, pero sin embargo se le asignó un direccionamiento para mostrar, cómo se realiza la inclusión de estos servicios en la Red.

En la *tabla 5.3*, se especifica para qué se utilizará cada red:

SUBREDES	MASCARA	OBSERVACION
172.22.216.0	255.255.255.0	Enlaces Punto a Punto
172.22.217.0	255.255.255.0	Direcciones de Sistema
172.22.220.0	255.255.255.0	Direcciones de Nodos B

**Tabla 5.3.-** Asignación de Redes IP.

A continuación, en la *tabla 5.4*, observamos las redes que se utilizarán para los enlaces punto a punto:

No	SUBREDES	MASCARA	OBS	ENLACE
1	172.22.216.0	255.255.255.248	Link 1	CONCENTRADOR1 -CONCENTRADOR2
2	172.22.216.8	255.255.255.248	Link 2	CONCENTRADOR 1 - DISTRIBUIDOR 1
3	172.22.216.16	255.255.255.248	Link 3	CONCENTRADOR 1 -DISTRIBUIDOR 2
4	172.22.216.24	255.255.255.248	Link 4	CONCENTRADOR 2 - DISTRIBUIDOR 3
5	172.22.216.32	255.255.255.248	Link 5	DISTRIBUIDOR 1 - AGREGADOR 1
6	172.22.216.40	255.255.255.248	Link 6	AGREGADOR 1 - AGREGADOR 2
7	172.22.216.48	255.255.255.248	Link 7	AGREGADOR 2 - AGREGADOR 3
8	172.22.216.56	255.255.255.248	Link 8	DISTRIBUIDOR 2 - AGREGADOR 3
9	172.22.216.64	255.255.255.248	Link 9	DISTRIBUIDOR 2 - AGREGADOR 4
10	172.22.216.72	255.255.255.248	Link 10	AGREGADOR 4 - AGREGADOR 5
11	172.22.216.80	255.255.255.248	Link 11	DISTRIBUIDOR 3 - AGREGADOR 5

**Tabla 5.4.-** Redes IP para Enlaces Punto a Punto.

La *tabla 5.5* por su parte, muestra las Direcciones de Sistema que los equipos poseerán, como se explicó en las Premisas, se necesita tener direcciones de Sistema, para poder crear LSPs de extremo a extremo:

No	SUBREDES	MASCARA	OBSERVACION
1	172.22.217.1	255.255.255.255	CONCENTRADOR 1
2	172.22.217.2	255.255.255.255	CONCENTRADOR 2
3	172.22.217.3	255.255.255.255	
4	172.22.217.4	255.255.255.255	
5	172.22.217.5	255.255.255.255	DISTRIBUIDOR 1
6	172.22.217.6	255.255.255.255	DISTRIBUIDOR 2
7	172.22.217.7	255.255.255.255	DISTRIBUIDOR 3
8	172.22.217.8	255.255.255.255	
9	172.22.217.9	255.255.255.255	
10	172.22.217.10	255.255.255.255	
11	172.22.217.11	255.255.255.255	AGREGADOR 1
12	172.22.217.12	255.255.255.255	AGREGADOR 2
13	172.22.217.13	255.255.255.255	AGREGADOR 3
14	172.22.217.14	255.255.255.255	AGREGADOR 4
15	172.22.217.15	255.255.255.255	AGREGADOR 5
16	172.22.217.240	255.255.255.255	SAM

**Tabla 5.5.-** Direcciones de Sistema de los Equipos Participantes.

En la *tabla 5.6* se muestra el direccionamiento para la inclusión de Nodos B en la Red Multiservicios. Estas IP serán incluidas en la VPRN que se creará en cada equipo, para ser transportados y, posteriormente, gestionados por la RNC.

No	SUBREDES	MASCARA	OBS	ENLACE NODO B
1	172.22.220.0	255.255.255.248	Nodo B	CONC1_NODOB
2	172.22.220.4	255.255.255.248	Nodo B	CONC2_NODOB
3	172.22.220.8	255.255.255.248	Nodo B	DISTR1_NODOB
4	172.22.220.12	255.255.255.248	Nodo B	DISTR2_NODOB
5	172.22.220.16	255.255.255.248	Nodo B	DISTR3_NODOB
6	172.22.220.20	255.255.255.248	Nodo B	AGREG1_NODOB
7	172.22.220.24	255.255.255.248	Nodo B	AGREG2_NODOB
8	172.22.220.28	255.255.255.248	Nodo B	AGREG3_NODOB
9	172.22.220.32	255.255.255.248	Nodo B	AGREG4_NODOB
10	172.22.220.36	255.255.255.248	Nodo B	AGREG5_NODOB

**Tabla 5.6.-** Redes IP para Enlaces con Nodos B.

Por último en la *tabla 5.7* se resume los enlaces físicos, conjuntamente con la dirección de cada interfaz de los equipos ALU, además de especificar qué puerto se va a utilizar en cada equipo:

ID del Nodo Origen	Nombre de la interfaz de Origen	Puerto de Origen	Dirección IP de la Interfaz de Origen /30	ID del Nodo Destino	Nombre de la interfaz de Destino	Puerto de Destino	Dirección IP de la Interfaz de Destino /30	Área OSPF
SR12-CONC1	to_SR12-CONC2	1/1/1	172.22.216.1	SR12-CONC2	to_SR12-CONC1	1/1/1	172.22.216.2	0
SR12-CONC1	to_SRC12-DISTR1	6/1/1	172.22.216.5	SRC12-DISTR1	to_SR12-CONC1	1/1/1	172.22.216.6	0
SR12-CONC1	to_SRC12-DISTR2	2/1/1	172.22.216.9	SRC12-DISTR2	to_SR12-CONC1	1/1/1	172.22.216.10	0
SR12-CONC2	to_SRC12-DISTR3	6/1/1	172.22.216.13	SRC12-DISTR3	to_SR12-CONC2	1/1/1	172.22.216.14	0
SRC12-DISTR1	to_SAR8-AGREG1	1/3/1	172.22.216.17	SAR8-AGREG1	to_SRC12-DISTR1	1/2/7	172.22.216.18	0
SAR8-AGREG1	to_SAR8-AGREG2	1/1/7	172.22.216.21	SAR8-AGREG2	to_SAR8-AGREG1	1/2/7	172.22.216.22	0
SAR8-AGREG2	to_SAR8-AGREG3	1/1/7	172.22.216.25	SAR8-AGREG3	to_SAR8-AGREG2	1/2/7	172.22.216.26	0
SAR8-AGREG3	to_SRC12-DISTR2	1/1/7	172.22.216.29	SRC12-DISTR2	to_SAR8-AGREG3	1/3/1	172.22.216.30	0
SRC12-DISTR2	to_SAR8-AGREG4	1/5/1	172.22.216.33	SAR8-AGREG4	to_SRC12-DISTR2	1/2/7	172.22.216.34	0
SAR8-AGREG4	to_SAR8-AGREG5	1/1/7	172.22.216.37	SAR8-AGREG5	to_SAR8-AGREG4	1/2/7	172.22.216.38	0
SAR8-AGREG5	to_SRC12-DISTR3	1/1/7	172.22.216.41	SRC12-DISTR3	to_SAR8-AGREG5	1/3/1	172.22.216.42	0

Tabla 5.7.- Descripción de las Interfaces de los equipos ALU.

## **5.4 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS.**

La configuración de todos los equipos ALU participantes en el Diseño de la Red, se las puede encontrar en el Anexo 5.



### 5.5 DIAGRAMA FINAL DE LA RED.

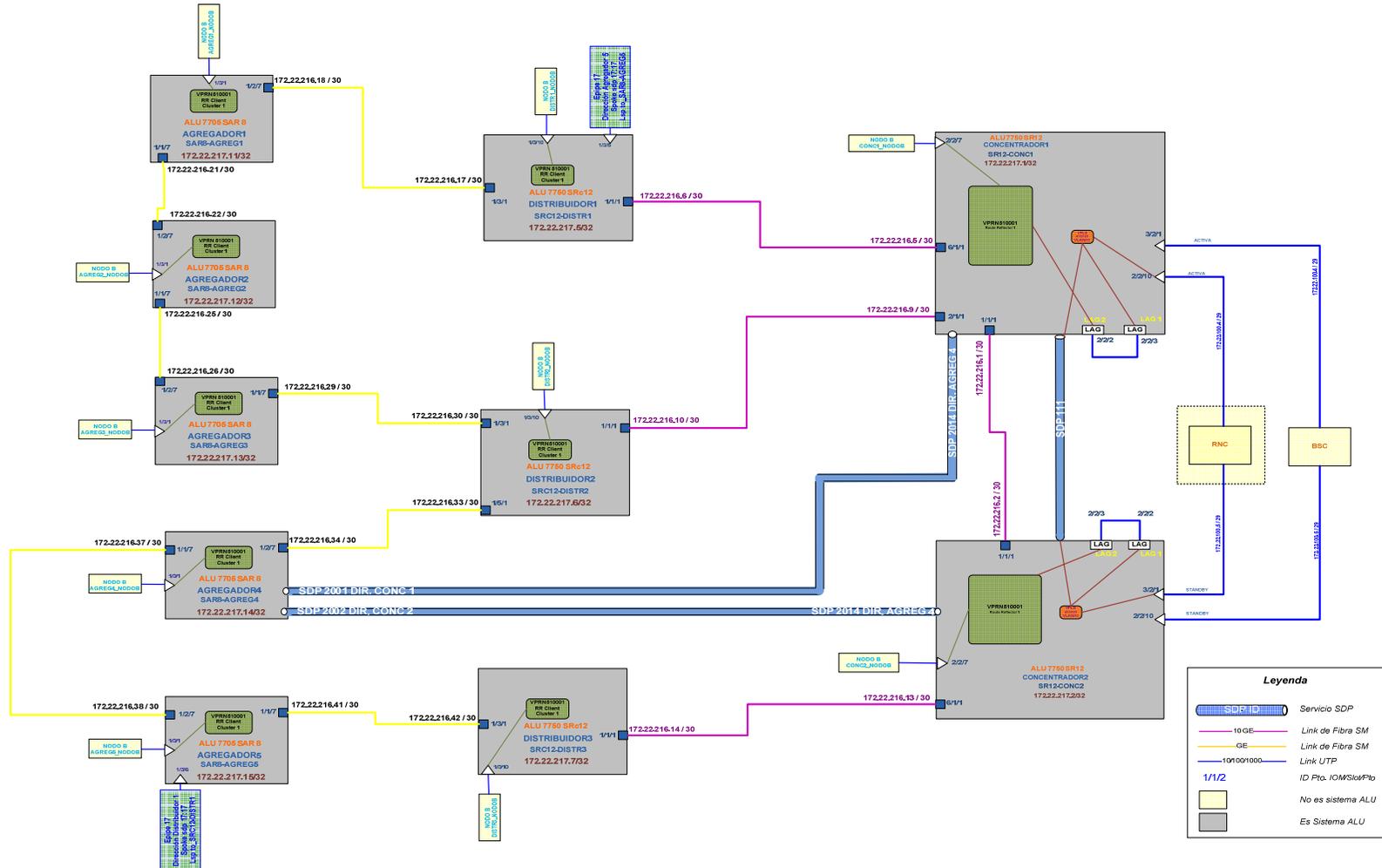


Figura 5.4.- Diagrama final de la red Multiservicios.

## CAPÍTULO VI

### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES.

- MPLS es una tecnología que trabaja en la “capa 2.5” a nivel de etiquetas, que basa su funcionamiento en protocolos de enrutamiento y aprovecha la infraestructura de tecnologías existentes y presenta una mayor disponibilidad y redundancia.
- La tecnología MPLS ofrece una capacidad de enrutamiento mucho más avanzada que la tradicional, usada por los actuales protocolos de capa 3; basándose, además de la dirección destino, en parámetros como el ancho de banda o calidad de servicio, esto se logra a través de la ingeniería de tráfico.
- Con la implementación de la ingeniería de tráfico sumado a “*fast reroute*” en una red multiservicio el tiempo de convergencia es menor a 50 ms, esta es una ventaja fundamental en redes de operadoras de servicios móviles, ante la pérdida de un enlace, la pérdida de paquetes, valga la redundancia, es mínima.
- Los enrutadores de servicio y enrutadores de agregación de servicio que Alcatel – Lucent ofrece al mercado, poseen las características necesarias

- para poder implementar una red *carrier class* multiservicio, ideal para una operadora prestadora de servicios, proveyendo la suficiente robustez que las actuales circunstancias del mercado exigen.
- Una operadora móvil presenta aún servicios 2G en sus redes, los equipos Alcatel – Lucent son capaces de administrar éste tráfico e integrarlos a la gestión de servicios 3G, en una sola plataforma.
- La demanda por nuevas aplicaciones, exigen a las operadoras ofrecer nuevos servicios, para esto es necesario implementar una nueva red que los soporte, IP/MPLS es la solución más versátil que se puede presentar en el mercado.
- Los Servicios VPWS son la solución perfecta para el transporte transparente sobre una red IP/MPLS de tecnologías como Ethernet, ATM o Frame Relay, necesarias aún en redes de operadoras telefónicas.
- Las operadoras telefónicas deben implementar una red lo suficientemente robusta, misma que soporte en próximos años un mercado aún más exigente, con el despliegue de LTE, servicios como VPRN (L3VPN) y VPLS (L2VPN) son fundamentales.
- El diseño de la red multiservicios que se generó a lo largo de este proyecto, cumple con los requerimientos de última generación que una operadora debe brindar para el soporte de nuevos servicios, así como para el aprovechamiento de su infraestructura, sin tener que realizar una inversión que genere en el cambio total de su actual red.

## 6.2 RECOMENDACIONES.

- Las operadoras deben estar preparadas para futuras exigencias del mercado, mismas que se encuentran más cerca de lo que imaginamos, la 4G se está desplegando en países de primer nivel, y muy pronto será imprescindible que la infraestructura actual soporte estos nuevos servicios.
- La inversión que genera montar una nueva infraestructura de red es elevada, optar por una tecnología que aproveche lo que actualmente está siendo utilizado es la solución. Una red IP/MPLS puede ser el camino a seguir para una reutilización, e incluso una optimización del canal.
- Para el diseño de una red multiservicios, se debe tener en cuenta que no todos los equipos que se ofrecen en el mercado son capaces de soportar todas las exigencias que esto demanda, los equipos Alcatel – Lucent ofrecen en su totalidad, los requerimientos que una red multiservicios necesita.
- Tecnologías como ATM y Frame Relay (siendo esta última menos utilizada actualmente), aún son necesarias en las redes de las operadoras, la opción es integrarlas, para poder gestionarlas de mejor manera.

## **ANEXO 1**

**BROCHURE DE LOS EQUIPOS ALCATEL – LUCENT 7750 SR**

# Alcatel-Lucent 7750 Service Router



The Alcatel Lucent 7750 Service Router (SR) is the industry's first service router designed and optimized for the delivery of high performance carrier data, voice and video services. The Alcatel Lucent 7750 Service Router was designed with system characteristics, routing and service capabilities that have made it the platform of choice in more than 50 new generation service infrastructure rollouts.



## The Changing Service Landscape — Rethinking the Service Delivery Architecture

The Alcatel-Lucent 7750 SR functions as both a powerful router and a flexible service delivery platform, and integrates with the Alcatel-Lucent 5620 Service Aware Manager (SAM) to deliver efficient and streamlined provisioning, management and billing for Internet protocol (IP)/multiprotocol label switching (MPLS) networks.

Global service providers are preparing for the next wave of residential and business service deployments. They understand that in order to be successful they need a service delivery infrastructure that offers more bandwidth, delivered flexibly and reliably to more customers simultaneously, with increased service level guarantees.

Service providers are increasingly called upon to offer personalized voice video and data services that recognize the unique needs of individual users; that are, in other words, more "user-centric." While the past few years have seen a focus on network and service convergence with an emphasis on killer applications delivered over a single infrastructure, the paradigm has shifted to a user-centric focus that embraces the demand for a customized and media-rich user experience across multiple access methods and across applications.

- For the residential market, the need to deliver broadcast TV and video-on-demand (VoD) services that meet high service level agreement (SLA) standards has introduced an inflection point that has pushed network service providers to profoundly rethink their service delivery architectures. High-speed Internet (HSI) infrastructures were built around inefficient business models that focused on cost-per-subscriber considerations and allowed for significant oversubscription and service level leniency. New high-SLA voice and video applications have very stringent availability, system characteristics, quality of service (QoS), multicast and service requirements. Those requirements can only be cost-effectively addressed by rethinking the overall service delivery infrastructure.



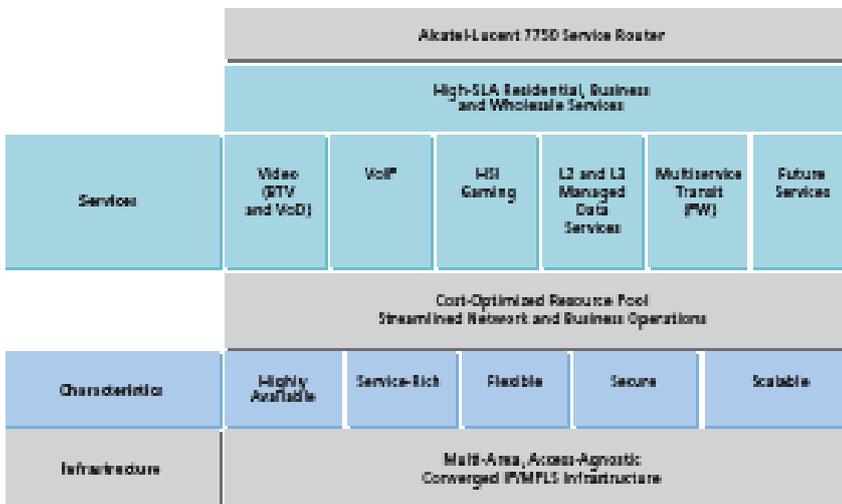


• In the enterprise space, new managed data services — such as virtual private LAN service (VPLS), IP virtual private networks (IP-VPNs) and multiservice transit applications using pseudowires (PWs) over a variety of access methods (frame relay [FR], asynchronous transfer mode [ATM], Ethernet, high-level data link control [HDLC], point-to-point protocol [PPP], etc.) — allow service providers to attract and retain a wider customer base at a lower cost through converged and more reliable IP/MPLS service infrastructures. In turn,

end-user customers benefit from a wider variety of service offerings, increased service flexibility and accelerated service activation.

With the Alcatel-Lucent 7750 SR, service providers are able to build a new type of cost-optimized highly-available and feature-rich service delivery infrastructure that can seamlessly scale to address both residential and managed data service market needs, while delivering significant economies of scale, skill and scope.

Figure 1 - Rethinking the Service Delivery Architecture



## A New Class of Platform

The Alcatel-Lucent 7750 SR platform provides purpose-built, highly available software and hardware architectures that allow network operators to “right-size” their service infrastructure buildout. The 7750 SR provides the necessary built-in services capabilities and packet processing headroom to allow service providers to scale service instances, subscriber count and bandwidth without incurring exponential capital or operating expenditures (CAPEX or OPEX).

The critical features and functions that differentiate the Alcatel-Lucent 7750 SR from a typical Internet-era edge router are the system characteristics (delay/jitter) and service-related capabilities that were tightly integrated into the product architecture at inception.

The change from traditional best-effort Internet routing and enterprise switching to true service routing is not an incremental step — it is a radical advancement that has required a complete rethinking of the product architecture and design at inception. This inflection point is where the Alcatel-Lucent 7750 SR has established a leadership position.



### An Industry First

The challenges that service providers are facing have evolved from addressing rampant bandwidth growth for Internet traffic to enabling cost-optimized and highly resilient service delivery infrastructures that can scale and ensure profitability while minimizing the overall deployment risk in the long run.

Existing Internet-era routers and enterprise switches were designed five to eight years ago to handle bandwidth growth for best-effort traffic. These platforms were not optimized for new-generation service infrastructure rollouts, as they are limited by their system characteristics (delay/jitter, packet re-ordering and loss) and their inability to scale services across all dimensions (number of interfaces, bandwidth, service instances and policies, performance level, etc.).

Similarly, so-called IP service platforms have appeared on the market, but they were designed and optimized for low-speed, best-effort consumer services (mass-market digital subscriber line [DSL] for residential service). They do not have the high-availability, scalability or service capabilities that will allow them to cost-effectively enable large-scale (tens of millions of customers), high-speed data, voice and video service rollouts.

## The Profitability Factor

An improved regulatory environment and the clear potential for incremental revenue have convinced many incumbent service providers to rapidly make considerable investments in new service delivery infrastructures. By adding video, voice and managed data services to their existing high-speed data and Internet service lineups, service providers can improve their competitive position in the market.

All service providers competing in this market are faced with the challenging task of offering a compelling value proposition for their service offerings in order to achieve and maintain a high average revenue per user (ARPU) and to sustain the long-term profitability of their services (see Figure 2).

For service providers who successfully meet this challenge, benefits will include the ability to:

- Successfully sell new, higher value services to their established customer base
- Leverage their brand equity to offer high-margin bundles and minimize churn
- Progressively build their service infrastructures around profitability models, as opposed to network or infrastructure constraints
- Consolidate multiple specialized networks into a cost-optimized and efficient service infrastructure that will achieve economies of scale and maximize the profitability of services

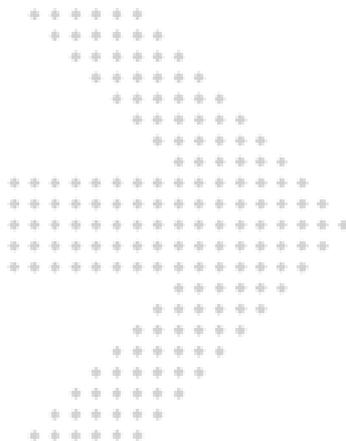
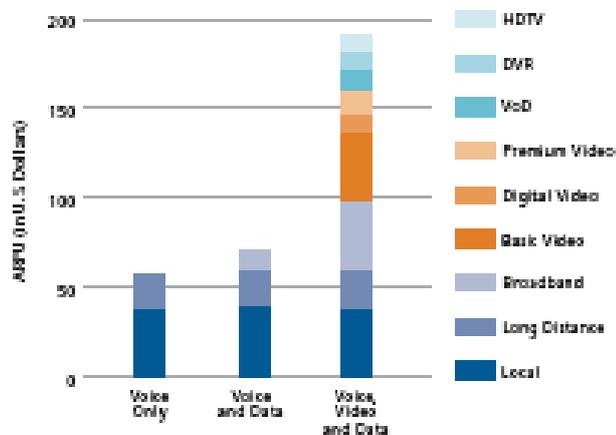
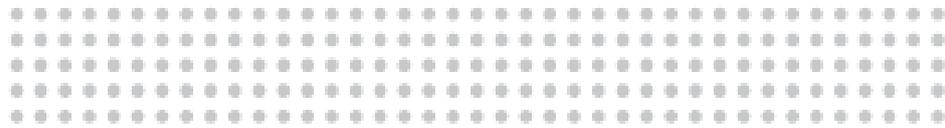


Figure 2 - Projected ARPU for Various Triple-Play Services



source: the verizon group, 2004



- Streamline network operations across protocol layers to achieve economies of skill, and evolve the overall service infrastructure to a more homogeneous, scalable and flexible architecture
- Streamline business operations to achieve significant economies of scope across service offerings (e.g., order fulfillment, support, billing, marketing)
- Future-proof their service infrastructures for the future layering of ultra-high bandwidth business and residential applications
- Minimize the overall financial and technological risks over the next seven to ten years

In order for service providers to achieve significant economies of scale, skill and scope they need to evolve their second-mile, and perhaps first-mile, infrastructures to a highly available, secure and cost-optimized service delivery foundation that can scale to support existing and future ultra-high-speed residential and business service rollouts. This requires a comprehensive approach to the service delivery architecture design.

The Alcatel-Lucent 7750 SR offers unmatched density and performance: up to 400 Gb/s full duplex redundant capacity in one-third of a carrier's system rack. This, along with its advanced service-oriented features, makes it the ideal choice for service providers who are looking to roll out a new generation of triple-play infrastructure-based services.

An important capability that distinguishes the Alcatel-Lucent 7750 SR from Internet-era routers is the built-in packet processing, service headroom and flexibility that ensures that new features can be soft-loaded with the promise of uncompromised performance up to 40 Gb/s per slot. Application-specific integrated circuit (ASIC)-based implementation, on the other hand, requires a costly and lengthy line card re-spin each time a new feature or extension is required. For the service provider this results in high cumulative CAPEX, disruption of service and slot exhaustion as each new feature and capability requires a new specialized line card or module. This approach lengthens time-to-market for services and introduces significant support and turnaround time.

"The Alcatel 7750 SR is a great example of a multiservice edge router. It not only combines the scalability that's required for these consolidated IP/MPLS networks, but it also incorporates a number of different features that help service providers deliver IP/MPLS-based services. That is really the distinguishing factor between the 7750, for example, and some other traditional edge routers on the market today. It makes it a great fit for those consolidated network environments."

MARK BIEBERICH, SENIOR ANALYST, COMMUNICATIONS NETWORK INFRASTRUCTURE, THE YANKEE GROUP

\* This reference was provided by Alcatel-Lucent to the magazine.

## Key Features

The Alcatel-Lucent 7750 SR delivers the features that service providers need to offer a new generation of highly profitable media-rich services. The service orientation of the Alcatel-Lucent 7750 SR means that all the features are designed around the concept of

a service, whereas existing routers and switches were designed around physical interfaces. This fundamental difference in architecture and design separates the Alcatel-Lucent 7750 SR from other vendors' routers.

Table 1. The 7750 SR vs. Internet-era Routers

	Internet-era Router	Alcatel-Lucent 7750 SR
Architecture and system characteristics	<p>Purpose-built core router, positioned as edge platform</p> <p>Architecture optimized for low latency "fat pipe" forwarding</p> <p>ASIC-based architecture results in costly proliferation of parallel service modules; results in exponential CAPEX, data reduction, and low feature selectivity</p> <p>Substandard, unpredictable delay jitter and loss characteristics</p> <p>Known packet re-ordering issues</p> <p>Inadequate for media-rich voice and video deployments</p>	<p>Purpose-built portfolio</p> <p>Highly available hardware and software architecture built to meet stringent SP requirements</p> <p>Flexible fast-path architecture combines high performance and flexibility</p> <p>Scales service instances, subscriber count and bandwidth with uncompromised performance</p> <p>Optimal delay jitter characteristics</p> <p>Density flexibility in form factor</p>
QoS	<p>"Coarse" QoS implementation</p> <p>Static QoS implementation, inadequate for voice and video applications</p> <p>Low queue count results in queue depletion and loss of costly upgrade to enhanced line cards</p>	<p>Unique hierarchical QoS capabilities are ideally suited for triple-play deployment</p> <p>Highly scalable QoS implementation scales to tens of thousands of subscribers; 10,000+ queues available per interface slot</p>
Routing	<p>Good support</p> <p>No high-availability routing</p>	<p>Leading high-availability routing capabilities</p> <p>Leading all-around routing scalability</p>
Services	<p>Service deployments result in costly port or module proliferation; maintain and cumulative CAPEX</p> <p>Cannot scale services across all dimensions without forced compromise</p> <p>Cannot scale Layer 2 and Layer 3 services concurrently</p> <p>Non-scalable proprietary MPLS implementation</p>	<p>Leading service scale</p> <p>Uniquely able to scale Layer 2 and Layer 3 services within one platform; 11,000+ concurrent active service instances per chassis</p> <p>Flexible fast-path architecture scales service instances, subscriber count and bandwidth with uncompromised performance</p>



### Purpose-Built, Highly-Available Platforms

The Alcatel-Lucent 7750 Service Router portfolio benefits from Alcatel-Lucent's recognized experience in delivering carrier-grade telephony, wireless, optical and data solutions. The Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio was designed to exceed the stringent reliability demands of service providers, with a hardware and software architecture designed for maximum uptime.

The Alcatel-Lucent 7750 SR is a fully redundant platform with no single point of failure, and implements a real-time, modular operating system that has been proven and production-hardened in more than 50 large-scale deployments worldwide.

### Rich, Dependable Services

The 7750 SR portfolio allows service providers to deploy and scale a rich set of high-SLA services, without the need for costly line card or platform proliferation.

The system characteristics, service performance and QoS capabilities of the 7750 SR have made it the platform of choice for media-rich, triple-play deployments.

Additionally, the Alcatel-Lucent 7750 SR provides a leading implementation of point-to-point and multipoint IP/MPLS services. The services enabled are pseudowires for multiservice transit over IP/MPLS, VPLS, corporate Internet access, IP-VPNs and more.



The Alcatel-Lucent 7750 Service Router's built-in system characteristics, flexibility and service capabilities allow service providers to activate a new generation of high-performance data services, including carrier voice and video services. The Alcatel-Lucent 7750 SR's unique packet processing and Hierarchical QoS (H-QoS) capabilities have made it the platform of choice for a new generation of triple-play service infrastructure rollouts.

### Market-Leading Scalability

The Alcatel-Lucent 7750 SR was designed to support tens of thousands of services per device and scale to hundreds of thousands of service instances per service area, making it ideal for multiservice edge and collapsed core applications. Each individual service can be configured with thousands of specific ingress and egress QoS parameters and multiple services can be aggregated to deliver a single, overall SLA to each customer. Granular service-oriented accounting and statistics scale to enable accurate SLA measurement and billing for tens of thousands of high-bandwidth subscribers.

### Flexible Service Evolution

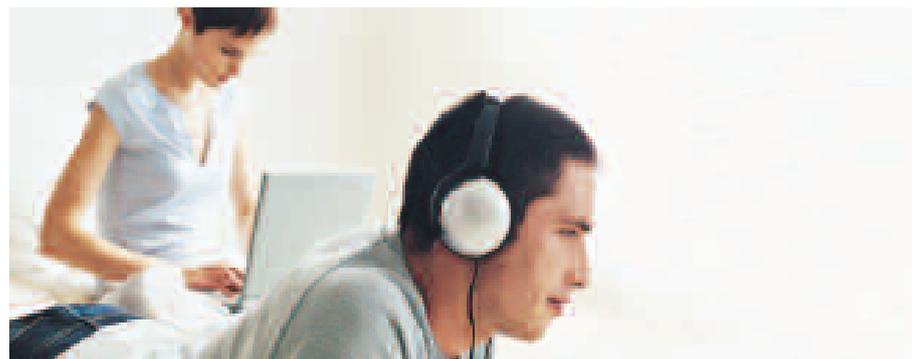
The unique, fully programmable network processor-based architecture of the Alcatel-Lucent 7750 SR allows service providers to customize or add new services and adapt to emerging standards with simple in-service downloads, without requiring expensive and lengthy hardware upgrades. Service providers can roll out new services faster, to more customers, at a lower operational cost, all through a common network infrastructure.

### All Services on All Interfaces

All service features such as QoS, deep buffering, rate shaping, traffic marking and billing are available on all interfaces or sub-interfaces. Service providers can provision access ports and IP or MPLS tunnels on any physical interface, with no additional specialized hardware required.

### Service-Based Hierarchical QoS

With the Alcatel-Lucent 7750 SR service providers can offer voice, video or VPLS and IP-VPN services on an unprecedented scale to thousands of customers with guaranteed QoS differentiation. Service providers can give distinctive treatment to individual services, and combine multiple service classes for any customer into a single SLA with committed information rate (CIR) and peak information rate (PIR) guarantees.



### Service-Based Accounting

Instead of maintaining statistics on a per-port basis, the Alcatel-Lucent 7750 SR keeps statistics on a billable service basis, providing accurate measurement of each customer's traffic and each individual service's conformance to the offered SLA.

### Service-Based Filtering

The Flexible Fast Path technology of the Alcatel-Lucent 7750 SR enables service providers to define and apply complex filters without performance impact, providing high levels of security and troubleshooting on a per-service basis, even at 10 Gb/s speeds. Global templates allow complex functions to be defined once and applied to individual ports or services as required.

### Service-Aware Operational Toolkit

A key feature of the Alcatel-Lucent 7750 SR is its comprehensive set of service-aware tools that allow efficient operation, administration, maintenance and provisioning (OAM&P) of IP/MPLS networks and, more importantly, services.

The Alcatel-Lucent 7750 SR supports a variety of protocols and custom-designed tools to help service providers verify correct operation on a per-service basis and troubleshoot individual services should an issue arise, without the need for complex scripting and command line debugging of individual routers.

In addition to extensive service assurance and diagnostic tools, the Alcatel-Lucent 7750 SR supports a unique service mirroring function that mirrors traffic on a per-service or sub-interface basis, and re-encapsulates the mirrored data for transport through the core network. This enables an operator to see the actual traffic from any customer's service at a central network operations center, reducing

"The Alcatel 7750 SR is a new category of platform that exceeds the requirements we have developed with the help of service providers. We are comfortable validating the Alcatel 7750 SR's overall state-of-the-art routing and Layer 2 and Layer 3 service capabilities, and are confident the product will allow service providers to activate a new generation of high-performance IP-based services."

DR. BILAL JABIBARI, PRESIDENT OF ISOCORE

\*This reference was provided to Alcatel-Lucent by the company.

truck rolls and the amount of operations equipment required, and allowing the most appropriate personnel and tools to be applied rapidly if problems arise.

#### **Service-Aware Management**

The Alcatel-Lucent 5620 Service Aware Manager (SAM) is a tightly integrated suite of management applications that simplify the process of provisioning, monitoring and troubleshooting services on the Alcatel-Lucent 7750 Service Router. Together with the Alcatel-Lucent 5620 Network Manager (NM), the Alcatel-Lucent 7750 SR and the Alcatel-Lucent 5620 SAM form the industry's most comprehensive carrier-grade IP network resource and service management solution.



## Three Scalable Chassis Options — One Industry-Leading Solution

The Alcatel-Lucent 7750 SR delivers outstanding performance, flexibility and scalability across a range of services, leveraging a generational leap in technology compared to today's Internet routers. The Alcatel-Lucent 7750 SR has three chassis options: 12-slot, 7-slot and 1-slot. These chassis options incorporate the latest technology to offer carrier-class reliability and industry-leading throughput and density in an efficient, compact footprint.

### Modular Design

The modular chassis design scales from 20 Gbps to 400 Gbps (full-duplex) with a very small footprint, addressing a range of service applications from small points of presence (PoPs) to collapsed core applications. This ability to scale down services allows network operators to right-size their CAPEX investment, yet provides them with the necessary processing headroom that allows them to scale service instances, subscriber count and bandwidth without compromise.

Interchangeable I/O modules, media dependent adapters and a common operating system across all three platforms further reduce both capital and operating expenses.

The common design features of the three chassis help to reduce capital and operating expenses.



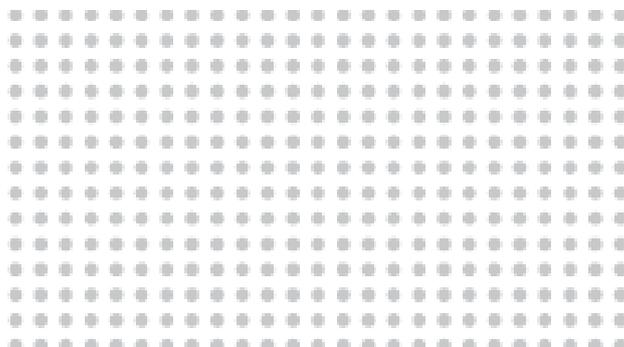
SR-1



SR-7



SR-12



## The Alcatel-Lucent Solution

Alcatel-Lucent offers a comprehensive portfolio of carrier-class products that enables a new type of highly available, feature-rich and scalable service delivery architecture. The Alcatel-Lucent 7750 SR is uniquely positioned to address the full range of service offerings that will allow service providers to increase network yields and maximize service profitability by offering managed data and triple-play offerings over a unified service infrastructure.

### Summary

Fuelled by the rapid growth in demand for new, high-value broadband services and the need to offer triple-play capabilities, telecommunications service providers are incorporating entertainment services with their broadband and managed data service portfolios.

As the demand for high-performance voice, video and managed data services continues to grow, a new generation of router is needed

that incorporates the service-oriented features, flexibility, scalability and system characteristics required to deliver revenue and profit. The Alcatel-Lucent 7750 Service Router (SR) is this new-generation router. It offers fully programmable 10 Gbps packet processing and hierarchical, granular per-service queuing. It delivers next-generation density and performance, unmatched scalability and comprehensive OAM&P management tools. The robust, cost-effective Alcatel-Lucent 7750 SR enables service providers to deliver offerings that expand their customer base and improve service velocity and loyalty in both their residential and enterprise markets.

With the Alcatel-Lucent 7750 SR, service providers can address two key inflection points and unlock new revenue potential by delivering end-to-end and user-centric managed data and broadband entertainment solutions over a unified service delivery architecture.

## **ANEXO 2**

**HOJA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS ALCATEL – LUCENT 7750 SR**



## Alcatel-Lucent 7750 SR

### SERVICE ROUTER | RELEASE 7.0

The Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio of multiservice edge routers has been designed from inception to deliver differentiated, high-performance, high-availability services. With platform capacities ranging from 40 Gb/s to 2 Tb/s, advanced quality of service (QoS) capabilities, and a comprehensive range of Ethernet and multiservice interfaces and protocols, the 7750 SR portfolio offers industry-leading scale and intelligence for enabling sophisticated residential, business, and mobile services.



The Alcatel-Lucent 7750 Service Router (SR) portfolio is a suite of multiservice edge routers designed from inception to deliver high-performance, high-availability routing with service-aware operations, administration, management, and provisioning. With platform capacity ranging from 40 Gb/s to 2 Tb/s, the 7750 SR portfolio can be relied upon in a wide variety of network deployments to scale gracefully as network bandwidth demands increase. With advanced QoS capabilities coupled with subscriber and application-level awareness, services can be customized to fully leverage evolving customer preferences and drive new revenue streams.

#### Industry-leading FP2 silicon

At the heart of the Alcatel-Lucent 7750 SR is Alcatel-Lucent's award-winning FP2 network processing silicon. Clocking in at 100 Gb/s (full-duplex), the FP2 chipset enables line interfaces to scale up to 100 Gb/s, while concurrently supporting processing-intensive edge routing services without performance impact. The result is no compromise in the quest for high-speed, intelligent services.

#### Proven end-to-end operating system

Alcatel-Lucent SR-OS is a carrier-grade, highly fault-tolerant, and feature-rich operating system that operates across the full Alcatel-Lucent service router portfolio. With a single operating system across all platforms, operators can be assured of consistent and reliable operations and management when deploying Ethernet (VLL, VPLS), IP/MPLS (IP VPN), and/or legacy (ATM, TDM, POS) services and applications on an Alcatel-Lucent service router network.

#### Best-in-class high availability

High availability is more than just redundant hardware. In addition to redundant common equipment and line card redundancy, the Alcatel-Lucent 7750 SR supports in-service software upgrades (ISSU), non-stop routing for all major routing protocols, stateful failover capabilities, and innovative multi-chassis features for service resiliency. Further, the 7750 SR supports service assurance and monitoring tools across IP, MPLS and Ethernet domains. In short, with its

comprehensive suite of high-availability features, the 7750 SR is the industry's most reliable platform for offering non-stop applications and services.

#### Advanced hierarchical-QoS

With today's IP traffic streams including a range of services consisting of video applications, voice, best-effort Internet access, and mission-critical business services, QoS becomes a critical element for delivering both best-effort and SLA-based services on a common platform. The Alcatel-Lucent 7750 SR sets the standard with its advanced and highly flexible hierarchical-QoS implementation. As it is designed as a service delivery platform, the 7750 SR provides the tools to define and deliver the most stringent SLAs for high-value services.

#### Service routing specialization

Alcatel-Lucent recognizes that service providers need to be nimble and yet cost-sensitive when introducing value-added services into the network.

With service routing specialization, operators can add new services with higher-level processing requirements to the network wherever an Alcatel-Lucent 7750 SR is located, by simply adding an Integrated Service Adapter (ISA) to the node.

#### Service-aware management

The 7750 SR portfolio is managed by the Alcatel-Lucent 5620 Service Aware Manager (SAM) for assured, simplified and integrated operations across both network and service management domains. Additional tools, including the 5650 Control Plane Assurance Manager (CPAM) and 5670 Reporting and

Analysis Manager (RAM), work in conjunction with the 5620 SAM to streamline network operations and aid in the provisioning and management of advanced networking services.

#### Environmentally friendly

Pioneering advances in power efficiency are incorporated into each member of the Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio. Combined with environmentally sensitive manufacturing processes, careful materials selection, and a view to sustainable product life cycle management, the 7750 SR portfolio assists service providers in reducing their environmental impact.

The Alcatel-Lucent 7750 SR is available in four chassis types — the 7750 SR-12, SR-7, SR-c12 and SR-1. Table 1 provides a summary of the technical specifications for each platform within the portfolio.

Table 1. Technical specifications for the 7750 SR portfolio

	7750 SR-1	7750 SR-c12	7750 SR-7	7750 SR-12
System throughput	Switch fabric: Up to 40 Gbit (half duplex)	Switch fabric: Up to 90 Gbit (half duplex)	Switch fabric: Up to 1 Tbit (half duplex) Slot capacity: Up to 100 Gbit (full duplex)	Switch fabric: Up to 2 Tbit (half duplex) Slot capacity: Up to 100 Gbit (full duplex)
ICM support	N/A	N/A	ICM-20G ICM2-20G ICM3-30P	ICM-20G ICM2-20G ICM3-30P
Max. number of MDAs per chassis	2	6	10	20
Number of CMAs per chassis	N/A	8 (plus 2 MDAs)	N/A	N/A
Number of IMMs per chassis	N/A	N/A	5	10
Common equipment redundancy	Power, fans	CFM-XP, power (PEM), fans	SRCPM, power (PEM), fans	SRCPM, power (PEM), fans
Hot-swappable modules	Power, MDAs	CFM-XP, PEMs, MDAs, CMAs	SRCPM, PEMs, fans, IOMs, MDAs, IMMs, ISA	SRCPM, PEMs, fans, IOMs, MDAs, IMMs, ISA
Dimensions	• Height: 6.6 cm (2.6 in.) • Width: 44.4 cm (17.5 in.) • Depth: 36.4 cm (14.3 in.)	• Height: 22.2 cm (8.7 in.) • Width: 44.4 cm (17.5 in.) • Depth: with cable mgmt: 60.0 cm (23.6 in.)	• Height: 35.5 cm (14.0 in.) • Width: 44.4 cm (17.5 in.) • Depth: 59.7 cm (23.5 in.)	• Height: 62.2 cm (24.5 in.) • Width: 44.4 cm (17.5 in.) • Depth: without cable 64.5 cm (25.4 in.) with cable 76.5 cm (30.1 in.)
Weight	• Empty: 12.3 kg (27 lb) • Loaded: 12.2 kg (29 lb) approx.	• Empty: 16.4 kg (36.2 lb) • Loaded: 45.4 kg (100 lb)	• Empty: 27.2 kg (60 lb) • Loaded: 78.2 kg (172 lb) approx.	• Empty: 22.1 kg (49 lb) • Loaded: 136 kg (300 lb) approx.
Power	• -40 V DC to -72 V DC (nominal) • 110 V AC or 230 V AC • 5 A to 10 A • AC options available	• -48 V DC to -72 V DC (nominal) • 230 V AC to 240 V AC	• -40 V DC to -72 V DC (nominal) • 52 A to 53 A • AC options available	• -40 V DC to -72 V DC (nominal) • 90 A to 103 A • AC options available
Cooling	• Side-to-side air flow	• Horizontal forced air	• Side-to-back air flow	• Front-to-back air flow

### Media and service adapters

The Alcatel-Lucent 7750 SR portfolio supports a wide range of media and service adapters and are optimized to address different network and application requirements:

- **Input Output Modules (IOMs)** – IOMs are supported on the 7750 SR-12 and 7750 SR-7 and are optimized for flexibility in deploying a variety of multiservice and Ethernet-based applications. Each IOM supports up to two Media Dependent Adapters (MDAs) and can also be used to house Integrated Service Adapters (ISAs). IOM3-XP is the latest generation of IOMs supporting Alcatel-Lucent FP2 network processing silicon.
- **Media Dependent Adapters (MDAs)** – MDAs are supported on all four platforms and provide physical interface connectivity. MDAs are available in a

variety of interface and density configurations. MDA-XP is the latest generation of Ethernet MDAs and are notable for supporting the Synchronous Ethernet (SyncE) standard for the distribution of timing across Ethernet networks.

- **Compact Media Adapters (CMAs)** – CMAs are quarter-slot interface adapters supporting lower speed services and port densities. CMAs are supported on the 7750 SR-c12 platform.
- **Integrated Media Modules (IMMs)** – IMMs are line cards providing integrated processing and physical interfaces on a single board. IMMs provide high-capacity, high-density Ethernet interfaces and are supported on the 7750 SR-12 and SR-7 platforms.

- **Integrated Service Adapters (ISAs)** – ISAs are resource blades with no physical interfaces that provide specialized processing and buffering for applications. The Multiservice-ISA (MS-ISA) can be configured to support video services (Fast Channel Change/ Retransmission or Ad Insertion), IPsec tunnel termination and services, or Application Assurance features that leverage Deep Packet Inspection (DPI) technology for advanced residential and business services. ISAs are supported on the 7750 SR-12, SR-7 and SR-1 platforms.

Refer to tables 2 to 5 for further information regarding the different types of MDA, CMA, IMM and ISA available for the 7750 SR portfolio.

Table 2. 7750 SR MDA, MDA-XP support by chassis type

MDA TYPE	PORTS PER MDA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-c12	SR-7	SR-12
<b>ETHERNET MDA-XP</b>						
IOM Base	1120	SFP	Y	Y	Y	Y
IOM3 (FP2) Base	20	RJ-45	Y	Y	Y	Y
IOG Base (LAN/WAN/PHY)	128	XFP	Y	YYW	Y	Y
<b>ETHERNET MDA</b>						
IOM3 (FP2) Base	20	RJ-45	Y	N	Y	Y
IOM Base-FX	20	SFP	Y	Y	Y	Y
IOM3 Base-FX	40	S and RJ-45	Y	Y	Y	Y
IOM Base	576x20	SFP	Y	N	Y	Y
IOG Base (FP2) Base	1440	XFP/SFP	Y	N	Y	Y
IOG Base (LAN/WAN/PHY)	1	Simplex SC	Y	N	Y	Y
IOG Base (dual fiber optical)	1	LC	Y	N	Y	Y
IOG Base (LAN/PHY)	128	XFP	Y	N	Y	Y
<b>NON-ETHERNET MDA</b>						
IOM Base	11	SFP	N	N	Y	Y
IOG Base	1	XFP	N	N	Y	Y
<b>VOI MDA</b>						
OC-3c/STM-1c	876	SFP	Y	YW	Y	Y
OC-3c/STM-1c/OC-12c/STM-4c (Multirate)	876	SFP	Y	N	Y	Y
OC-48c/STM-16c	24	SFP	Y	YW	Y	Y
OC-192c/STM-64c	1	Simplex SC	Y	N	Y	Y

Table 2. 7750 SR MDA, MDA-EP support by chassis type (continued)

MDA TYPE	PORTS PER MDA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-12	SR-7	SR-13
<b>ANY SERVICES POINT (ASAP) MDA<sup>1</sup></b>						
Chan. DS2/E2 ASAP	4/E2	1.0/2.3 Connector	N	Y	Y	Y
Chan. OC-3/STM-1 ASAP	4	SFP	N	Y	Y	Y
Chan. OC-12/STM-4 ASAP	1	SFP	N	Y	Y	Y
<b>CIRCUIT EMULATION SERVICE (CES) MDA<sup>2</sup></b>						
Chan. OC-3/STM-1 CES	1/4	SFP	N	N/Y	Y	Y
Chan. OC-12/STM-4 CES	1	SFP	N	Y	Y	Y
<b>ATM MDA<sup>3</sup></b>						
ATM OC-3c/STM-1c/ OC-12c/STM-4c (Multirate)	4	SFP	Y	Y	Y	Y
ATM OC-3c/STM-1c	16	SFP	Y	N	Y	Y
<b>OTHER</b>						
Variable Service Module	N/A	N/A	Y	N	Y	Y

<sup>1</sup> Max of two cards per 7750 SR-12

Table 3. 7750 SR CHA support by chassis type

CHA TYPE	PORTS PER CHA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-12	SR-7	SR-13
10GBase-OM4-XP	1/5	SFP	N	Y	N	N
Chan. DS2/E2	0	BI-40	N	Y	N	N
DS2/E2	4	1.0/2.3 Connector	N	Y	N	N
10GBase-TX	3	BI-40	N	Y	N	N
10GBase	1	SFP	N	Y	N	N
Chan. OC-3/STM-1 CES	1	SFP	N	Y	N	N
OC-3c/STM-1c/OC-12c/STM-4c (Multirate)	2	SFP	N	Y	N	N
ATM FT/ET IMA	3	BI-40C	N	Y	N	N

Table 4. 7750 SR NIM support by chassis type

NIM TYPE	PORTS PER NIM	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-12	SR-7	SR-13
10GBase	4/5/6	XFP	N	N	Y	Y
10GBase/100GBase	4/5	SFP	N	N	Y	Y
10GBase/100GBase	4/5	BI-40	N	N	Y	Y

Table 5. ISA support by chassis type

ISA TYPE <sup>1</sup>	PORTS PER ISA	INTERFACE TYPE	SR-1	SR-12	SR-7	SR-13
Multiservice Integrated Service Adapter (MS-ISA)	N/A	N/A	Y	N	Y	Y

<sup>1</sup> consult the release datasheet for details for application support on a given platform.

Table 6. Alcatel-Lucent 7750 SR ordering information

PART NUMBER	PART NAME	DESCRIPTION
3HED0014AC	CH-6N 7750 SR-12 501G DC BMDL	7750 SR-12 500G DC Bundle. Includes: 12-Slot DC Integrated Chassis (3HG01103AA), with Redundant DC PSMs (2), Redundant Fan Trays (2), Fan Filter, and Cable Management. Non-Redundant (1) SFCPM-2 (3HG01170AA).
3HED0014BC	CH-6N 7750 SR-12 501G DC BMDL	7750 SR-12 501G DC Bundle. Includes: 12-Slot DC Integrated Chassis (3HG01103AA) which includes redundant DC PSM-2s (2 x 3HG00502AA), Impedance Panels (2 x 3HG01440AA 3-pack), Redundant Fan Trays (2), Fan Filter, and Cable Management. Non-Redundant SFCPM-2 400G (1 x 3HG01170AA).
3HED00158D	CH-6N 7750 SR-7 250G AC BMDL	7750 SR-7 250G AC Bundle. Includes: 7-Slot AC Integrated Chassis (3HG002700A), Non-Redundant AC PSM (1), High-Flow Fan Tray, and Fan Filter. Includes: SR-7 AC PSU (1). Non-Redundant (1) SFCPM-2 (3HG01170AA).
3HED00158C	CH-6N 7750 SR-7 250G DC BMDL	7750 SR-7 250G DC Bundle. Includes: 7-Slot DC Integrated Chassis (3HG002700B), Redundant DC PSMs (Slot 1 & Slot 2), High-Flow Fan Tray, and Fan Filter. Non-Redundant (1) SFCPM-2 (3HG01170AA).
3HED00158CC	CH-6N 7750 SR-7 250G DC BMDL	7750 SR-7 250G DC Bundle. Includes: 7-Slot DC Integrated Chassis (3HG002700B), which includes redundant DC PSM-2s (Slot-1 3HG00502AA & Slot-2 3HG01361AA), Impedance Panels (1 x 3HG01440AA 3-pack) High-Flow Fan Tray, and Fan Filter. Non-Redundant SFCPM-2 250G (1 x 3HG01170AA).
3HED4709AA	CH-6N 7750 SR-c12 DC NON-REDUNDANT	7750 SR-c12 DC System Bundle. Includes: 7750 SR-c12 Chassis (3HG01090AA v1), 7750 SR-c12 HF Fan Tray (3HG00900AA v1), CPM – 7750 SR-c12 CPM-XP (3HG00600AA v1), 7750 SR-c12 CCM-XP (3HG04500AA v1), 7750 SR-c12 DC PSM-2 (3HG00650AA v2).
3HED4710AA	CH-6N 7750 SR-c12 AC NON-REDUNDANT	7750 SR-c12 AC System Bundle. Includes: 7750 SR-c12 Chassis (3HG01090AA v1), 7750 SR-c12 HF Fan Tray (3HG00900AA v1), CPM – 7750 SR-c12 CPM-XP (3HG00600AA v1), 7750 SR-c12 CCM-XP (3HG04500AA v1), 7750 SR-c12 AC PSM-2 (3HG00650AA v2).
3HED0061AC	775 – 7750 SR-1 AC DC 20G SYSTEM	7750 SR-1 1-slot System. Includes integrated Switch Fabric, CPU/ROM baseboard, 10 AC and 10 DC PSM. Accepts up to two (2) Media Dependent Adapters (MDAs).
3HED0061AB	775 – 7750 SR-1 DUAL DC 20G SYSTEM	7750 SR-1 1-slot System. Includes integrated Switch Fabric, CPU/ROM baseboard, Dual DC PSMs. Accepts up to two (2) Media Dependent Adapters (MDAs).

Technical specifications

Safety standards and compliance agency certifications

Safety

- EN 60950-1
- IEC 60950-1 CB Scheme
- CSA/UL 60950-1 MRTL
- FDA CDRH 21-CFR 1040
- EN 60825-1
- EN 60825-1-2
- IEC 60825-1
- IEC 60825-2

EMC

- IEC5-003 Class A
- FCC Part 15 Class A
- EN 300 386
- EN 55022
- EN 55024
- EN 61000-4-2
- EN 61000-4-3
- EN 61000-4-4
- EN 61000-4-5
- EN 61000-4-6
- EN 61000-4-11
- IEC CISPR22
- AS/NZS CISPR 22

Immunity

- EN 61000-3-2 Power Line Harmonics
- EN 61000-3-3 Voltage Fluctuations and Flicker
- EN 61000-4-2 Electric Static Discharge
- EN 61000-4-3 Radiated Immunity
- EN 61000-4-4 EFT
- EN 61000-4-5 Surge
- EN 61000-4-6 Low-Frequency Common Immunity
- EN 61000-4-11 Voltage Dips and Sags

Telecom

- Telcordia GR-253-CORE, Issue 3
- IEEE 802.3 Gigabit Ethernet, Ethernet
- ANSI T1.105.01
- ANSI T1.105.06
- ANSI T1.105.09
- ANSI T1.403 (DS1)
- ANSI T1.404 (DS3)
- ITU-T G.957
- ITU-T G.825
- ITU-T G.824
- ITU-T G.823
- ITU-T G.813
- ITU-T G.707
- ITU-T G.703

Environmental

- ETS 300 019-1-1, Storage Tests, Class 1.2
  - ETS 300 019-1-2, Transportation Tests, Class 2.3
  - ETS 300 019-1-3, Operational Tests, Class 3.2
  - ETS 300 019-3-4, prA1 Seismic
- Environmental specifications
- Operating temperature: 5°C to 40°C (32°F to 104°F)
  - Operating relative humidity: 5% to 85%
  - Maximum operating altitude: 4000 m (13,000 ft) at 30° C

Electrical equipment classes

- WEEE

- RoHS

- REBTTE

- China RoHS

Certification

- Network Equipment Building System (NEBS) Level 3
  - Telcordia GR-63-CORE, Issue 4, June 2006
  - Telcordia GR-1089-CORE, Issue 3, March 2006
  - AT&T-TP-76200
- CE

Standards compliance

- IEEE 802.1d Bridging
- IEEE 802.1p/Q VLAN Tagging
- IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol
- IEEE 802.1x Port-Based Network Access Control
- IEEE 802.1ab-REMEDI Station and Media Access Control Connectivity Discovery
- IEEE 802.1ad Provider Bridges
- IEEE 802.1ab Provider Backbone Bridges
- IEEE 802.1ag Service Layer OAM
- IEEE 802.3ah Ethernet in the First Mile
- IEEE 802.1ak Multiple MAC Registration Protocol
- IEEE 802.3 10BaseT
- IEEE 802.3ad Link Aggregation
- IEEE 802.3ae 10-Gbit Ethernet
- IEEE 802.3ah Ethernet OAM
- IEEE 802.3a 100BaseTX
- IEEE 802.3a Flow Control
- IEEE 802.3a 100BaseSX/LX
- ITU-T Y.1731 OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks

## Protocol support

## OSPF

RFC 1753 OSPF Database Overflow  
 RFC 2328 OSPF Version 2  
 RFC 2370 Opaque LSA Support  
 RFC 2340 OSPF for IPv6 (OSPFv3)  
 draft-ietf-ospf-ospfv3-update-14.txt  
 RFC 3101 OSPF NSSA Option  
 RFC 3137 OSPF Stub Router Advertisement  
 RFC 3623 Graceful OSPF Restart – GR helper  
 RFC 3630 Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2  
 RFC 4008 Shared Risk Link Group (SRLG) sub-TLV

## BGP

RFC 1307 BGP Default Route Advertisement  
 RFC 1772 Application of BGP in the Internet  
 RFC 1963 Confederations for BGP  
 RFC 1987 BGP Communities Attribute  
 RFC 2385 Protection of BGP Sessions via MD5  
 RFC 2439 BGP Route Flap Dampening  
 RFC 2547 bis BGP/MPLS VPNs  
 RFC 2818 Route Refresh Capability for BGP-4  
 RFC 3107 Carrying Label Information in BGP-4  
 RFC 3382 Capabilities Advertisement with BGP-4  
 RFC 4321 BGP-4 (previously RFC 1771)  
 RFC 4364 BGP Extended Communities Attribute  
 RFC 4364 BGP/MPLS IP Virtual Private Networks (VPNs) (previously RFC 2547 bis BGP/MPLS VPNs)  
 RFC 4456 BGP Route Reflection: Alternative to Full-mesh BGP (previously RFC 1966 & 2706)  
 RFC 4724 Graceful Restart Mechanism for BGP – GR helper  
 RFC 4760 Multi-protocol Extensions for BGP (previously RFC 2858)  
 RFC 4803 BGP Support for Four-octet AS Number Space  
 RFC 5065 Confederations for BGP (obsoletes 3063)  
 IS-IS  
 RFC 1142 OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol (ISO 10589)  
 RFC 1195 Use of OSI IS-IS for routing in TCP/IP and dual environments  
 RFC 2763 Dynamic Hostname Exchange for IS-IS  
 RFC 2966 Domain-wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS  
 RFC 2973 IS-IS Mesh Groups

RFC 3373 Three-Way Handshake for Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Point-to-Point Adjacencies  
 RFC 3567 Intermediate System to Intermediate System (ISIS) Cryptographic Authentication  
 RFC 3719 Recommendations for Interoperable Networks using IS-IS  
 RFC 3784 Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Extensions for Traffic Engineering (TE)  
 RFC 3847 Recommendations for Interoperable IP Networks  
 RFC 3847 Restart Signaling for IS-IS – GR helper  
 RFC 4305 for Shared Risk Link Group (SRLG) TLV  
 draft-ietf-isis-tsp-p2p-over-lan-05.txt  
 LDP  
 RFC 3086 LDP Specification  
 RFC 3097 LDP Applicability  
 RFC 3478 Graceful Restart Mechanism for LDP – GR helper  
 RFC 5283 LDP extension for Intra-Area LSP  
 draft-jonik-ldp-tsp-ops-03.txt  
 IPsec  
 RFC 2401 Security Architecture for the Internet Protocol  
 RFC 3006 IKE Dead Peer Detection  
 RFC 3643 Negotiation of NAT-Traversal in the IKE  
 RFC 3646 UDP Encapsulation of IPsec ESP Packets  
 IPv6  
 RFC 1981 Path MTU Discovery for IPv6  
 RFC 2375 IPv6 Multicast Address Assignments  
 RFC 2460 Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification  
 RFC 2461 Neighbor Discovery for IPv6  
 RFC 2462 IPv6 Stateless Address Auto-configuration  
 RFC 2463 Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 Specification  
 RFC 2464 Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks  
 RFC 2529 Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels  
 RFC 2545 Use of BGP-4 Multiprotocol Extension for IPv6 Inter-Domain Routing  
 RFC 2710 Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6  
 RFC 2740 OSPF for IPv6  
 RFC 3306 Unicast Prefix-based IPv6 Multicast Addresses  
 RFC 3315 Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6

RFC 3587 IPv6 Global Unicast Address Format  
 RFC 3590 Source Address Selection for the Multicast Listener Discovery (MLD) Protocol  
 RFC 3810 Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6  
 RFC 4007 IPv6 Scoped Address Architecture  
 RFC 4188 Unique Local IPv6 Unicast Addresses  
 RFC 4201 IPv6 Addressing Architecture  
 RFC 4650 BGP/MPLS IP Virtual Private Network (VPN) extension for IPv6 VPN  
 RFC 5072 IP Version 6 over PPP  
 RFC 5120 M-ISIS: Multi Topology (MT) Routing in Intermediate System to Intermediate Systems (IS-IS)  
 draft-ietf-isis-ipv6-05.txt  
 Multicast  
 RFC 1112 Host Extensions for IP Multicasting (Snocoping)  
 RFC 2236 Internet Group Management Protocol (Snocoping)  
 RFC 3376 Internet Group Management Protocol, Version 3 (Snocoping)  
 RFC 2362 Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM)  
 RFC 3618 Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)  
 RFC 3056 Embedding the Rendezvous Point (RP) Address in an IPv6 Multicast Address  
 RFC 3446 Anycast Rendezvous Point (RP) mechanism using Protocol Independent Multicast (PIM) and Multicast Source Discovery Protocol (MSDP)  
 RFC 4601 Protocol Independent Multicast – Sparse Mode (PIM-SM) Protocol Specification (Revised)  
 RFC 4604 Using GMPLS and MLDv2 for Source-Specific Multicast  
 RFC 4607 Source-Specific Multicast for IP  
 RFC 4608 Source-Specific Protocol Independent Multicast in 2328  
 RFC 4610 Anycast RP using Protocol Independent Multicast (PIM)  
 draft-ietf-pim-ssm-bis-06.txt  
 draft-rose-rp-mcast-08.txt  
 draft-ietf-imbcast-mdp-ml-01.txt  
 draft-ietf-l3vpn-2547bis-mcast-07: Multicast in MPLS/BGP IP VPNs  
 draft-ietf-l3vpn-2547bis-mcast-05: BGP Encoding and Procedures for Multicast in MPLS/BGP IP VPNs  
 MPLS  
 RFC 3031 MPLS Architecture  
 RFC 3032 MPLS Label Stack Encoding (RFC 3443)  
 RFC 4379 Detecting Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Data Plane Failures

RFC 4182 Removing a Restriction on the use of MPLS Explicit NULL  
 RFC 5330 MPLS Multicast Encapsulations  
 RSVP  
 RFC 1058 RDP Version 1  
 RFC 2082 RDP-2 MD5 Authentication  
 RFC 2453 RDP Version 2  
 RSVP-FF  
 RFC 2430 A Provider Architecture for DiffServ & TE  
 RFC 2702 Requirements for Traffic Engineering over MPLS  
 RFC 2747 RSVP Cryptographic Authentication  
 RFC 3007 RSVP Cryptographic Authentication  
 RFC 3008 Extensions to RSVP for Tunnels  
 RFC 3564 Requirements for Diff-Serv-aware TE  
 RFC 4000 Fast-track extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels  
 RFC 4124 Protocol Extensions for Support of DiffServ-aware MPLS Traffic Engineering  
 RFC 4125 Maximum Allocation Bandwidth Constraints Model for DiffServ-aware MPLS Traffic Engineering  
 RFC 4875 Extensions to Resource Reservation Protocol – Traffic Engineering (RSVP-TE) for Point-to-Multipoint TE Label Switched Paths (LSPs)  
 draft-ietf-mpls-soft-preemption-14 MPLS Traffic Engineering Soft Preemption  
 draft-ietf-ccamp-impl-graceful-shutdown-06 Graceful Shutdown in GMPLS Traffic Engineering Networks  
 draft-ietf-impl-r2mp-4-pp-ping-06 Graceful Shutdown in GMPLS Traffic Engineering Networks  
 Differentiated Services  
 RFC 2474 Definition of the DS Field in the IPv4 and IPv6 Headers (Rev)  
 RFC 2597 Assured Forwarding PHB Group (rev3200)  
 RFC 2598 An Expedited Forwarding PHB  
 RFC 3140 Per-Hop Behavior Identification Codes  
 TOS/PP  
 RFC 768 UDP  
 RFC 1320 The TFTP Protocol (Rev 2)  
 RFC 791 IP  
 RFC 792 ICMP  
 RFC 793 TCP  
 RFC 826 ARP  
 RFC 854 Telnet  
 RFC 851 BootP (rev)  
 RFC 1519 OSPF  
 RFC 1542 Clarifications and Extensions for the Bootstrap Protocol



RFC 2576 SNMP-COMMUNITY-MIB	RFC 3413 Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications
RFC 2685 EthoMib-MIB	RFC 3414 User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)
RFC 2810 RMON-MIB	RFC 3418 SNMP MIB
RFC 2863 IF-MIB	draft-ietf-diameter-alarm-mib-04.txt
RFC 2864 INVERTED-STACK-MIB	draft-ietf-ospf-mib-update-04.txt
RFC 2987 VRRP-MIB	draft-ietf-mp-b-ls-mib-06.txt
RFC 3014 NOTIFICATION-LOG-MIB	draft-ietf-mp-b-ls-mib-04.txt
RFC 3019 IP Version 6 Management Information Base for The Multicast Listener Discovery Protocol	draft-ietf-mp-b-lsp-mib-07.txt
RFC 3164 Syslog	draft-ietf-isis-seg-mib-05.txt
RFC 3273 HCRMON-MIB	IANA-IFTypen-MIB
RFC 3411 An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks	IEEE8023-LAG-MIB
RFC 3412 Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)	Plus support for an extensive array of proprietary MIBs

## **ANEXO 3**

**BROSCHURE DE LOS EQUIPOS ALCATEL-LUCENT 7705 SAR**

## Alcatel-Lucent 7705 Service Aggregation Router

Alcatel·Lucent 

Bringing IP/MPLS Benefits  
to the Mobile Radio Access  
Network and More...



## Overview

The Alcatel-Lucent 7705 Service Aggregation Router (SAR) is an edge aggregation platform providing superior IP/MPLS and pseudowire capabilities. It addresses your need for a cost-effective, scalable mobile radio access network (RAN) transport solution. The 7705 SAR excels at concentrating traffic at cell and hub sites, and adapting it to a normalized IP/MPLS infrastructure leveraging available media, especially scalable, cost-effective Ethernet. It is also extremely effective at the transport of legacy traffic such as T1/E1 private line transport over a modernized infrastructure. The 7705 SAR's quality of service, traffic management, provisioning, troubleshooting and billing features make it possible for you to provide consistent, superior services to your customers. Its flexible, future-proof architecture will enable you to address evolving aggregation requirements. Built on the same architectural software base as the highly successful Alcatel-Lucent Service Router products, the 7705 SAR enables the creation of an end-to-end solution for supporting and capitalizing on the growing mobile aggregation market.





## Market Requirements

Traffic is steadily increasing on mobile networks, as the volume of mobile data and video traffic grows alongside voice. Unfortunately, the revenue per bit is not keeping pace with this growth. To make sure your business remains profitable, you need to find a new networking approach — one that enables you to reduce operating overhead and scale services cost-effectively. You need a solution that allows you to move forward with a next-generation infrastructure, while ensuring that you retain all the capabilities (and customers!) from your legacy services. In a highly competitive market, you must be able to meet customers' expectations and offer a full range of differentiating services, backed with stringent service level agreements. Fortunately, by transitioning to an IP/MPLS infrastructure and an Ethernet-centric RAN, you can reduce costs while expanding services.



The access network presents some unique challenges, as you need to be able to integrate diverse first mile media, including traditional coax T1/E1 copper, microwave, DSL and fiber. You can't limit yourself to a subset of the options: you need to be able to support whatever access media can be most cost-effectively deployed in a given geography.



And most importantly, you need a solution that can be readily integrated with your existing operations support system — a solution that makes that transition from a TDM-based RAN to a fully packetized model as painless as possible. You'll want a partner with the know-how and experience to help you bring all aspects of your operations up to speed quickly.

Finally, the transition you undertake in the RAN must be in keeping with your overall, long term evolutionary goal towards a flattened, all-IP mobile transport network, securely supporting a wide range of services.

## 7705 SAR: The Newest Star in an All-Star Lineup

The 7705 SAR is an essential component of a pre-tested, pre-qualified, end-to-end managed and verified RAN networking and transport solution. Built on the same foundation as the Alcatel-Lucent Service Router platforms, the 7705 SAR features include:

- A proven software architecture offering scalable, industry-leading Ethernet and pseudowire services support.
- Support for a rich range of access and uplink media.
- Service-aware tools to facilitate operations, administration, maintenance and provisioning (OAM&P) tasks.
- Differentiating high availability features.
- End-to-end QoS and traffic management capabilities to ensure appropriate treatment of different traffic types.
- Flexibility to ensure your network can take advantage of technological innovations and new service possibilities as they develop.

## Built to Deliver

The Alcatel-Lucent 7705 SAR delivers IP/MPLS and pseudowire capabilities in a high-density, future-proof architecture that will enable you to address evolving aggregation requirements. It is architected to provide superior service delivery through effective provisioning, traffic management, troubleshooting and billing features.

The 7705 SAR platform delivers strong convergence capabilities in the mobile RAN. With native service processing of 2G, 3G and 4G traffic, it has the ability to groom multiple media and transport protocols onto a normalized, economical packet transport infrastructure. Industry-leading scalability and density is provided in a compact unit offering a flexible mixture of multipoint T1/E1, 10/100 Ethernet, and Gigabit Ethernet interfaces, along with ATM/LMA, TDM and Ethernet pseudowires over MPLS for legacy service support.

On the network side, media connectivity options are: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet and  $n \times$  T1/E1 (MLPPP). The platform can be optionally configured with a redundant core module and uplinks.

The 7705 SAR is ideally suited to these applications:

- Radio access network aggregation and backhaul
  - Convergence at the cell site or hub (point of concentration)
- T1/E1 private line services
  - Modernized, normalized transport of legacy services
  - Fixed-mobile convergence over a packet backbone

The 7705 SAR extends the intellectual property and field-hardened service capabilities of the 7750/7710 Service Router platform.

Table 1. Features and Benefits

FEATURE	BENEFIT
A solution based on the 7705 SAR and 7750/7710 SR Ethernet-centric platforms delivers industry-leading IP/MPLS and pseudowire capabilities based on Ethernet interfaces. This allows cost-effective migration from T1/E1-based backhaul to packet-based transport leveraging Ethernet services over a wide range of first mile media.	The 7705 SAR inherits and builds upon the same rigorously proven development base as the 7750/7710 SR line of products. Alcatel-Lucent's in-service experience in high quality Ethernet services and pseudowire deployments is unmatched in the industry. Transition from PCM-based connectivity to Ethernet-based can reduce recurring operational expenses (OPEX) such as leased line costs.
The solution leverages advanced multipoint point-to-point protocol (MLPPP), inverse multiplexing over ATM (IMA) and Ethernet uplinks. Also, modern adaptive point-to-point microwave access is available via the Alcatel-Lucent 3500 M Microwave Packet Radio, to extend your reach at attractive cost points.	The 7705 SAR is part of an end-to-end managed and verified solution that includes a wide range of first mile solutions. Technology sharing across platforms brings pre-integrated, pre-qualified solutions, with simplified upgrade paths.
Powerful, service-aware OAM capabilities complemented by the 5020 management portfolio for GUI-based network and element configuration, provisioning, fault and performance management are available. Alcatel-Lucent brings a rising service deployment organization that can greatly assist in network design, rollout and live operations.	The Alcatel-Lucent service organization has deep experience in high profile IP transformation projects. The Alcatel-Lucent 5020 Service Aware Manager (SAM) management platform is recognized as industry-leading for its simple GUI and powerful task integration. Rapid fault detection and powerful commissioning and troubleshooting tools can improve productivity of operations staff and reduce network downtime.
IP/MPLS networking and platform attributes are available to drive reliability to 99.999 percent levels and beyond. Resiliency and redundancy features include one-for-one hitless control and switch used failures, synchronization redundancy, network uplink resiliency and redundancy of power feeds.	Advanced resiliency features lead to improved network uptime. This can positively impact costs in retention and allow critical services to be offered for increased revenues.
The flexibility of the solution enables investment decisions to be made according to longer term trends such as long term evolution (LTE), IP multimedial convergence (IMC), and fixed-mobile convergence (FMC), and enables you to avoid straggling investment.	The solution brings fully IP/MPLS networking capable platforms to the hub and cell site. This allows great flexibility in supporting LTE networking and also virtualize business services on the same infrastructure. As a leading mobility and IMS vendor, Alcatel-Lucent is uniquely positioned to assist in long term planning.



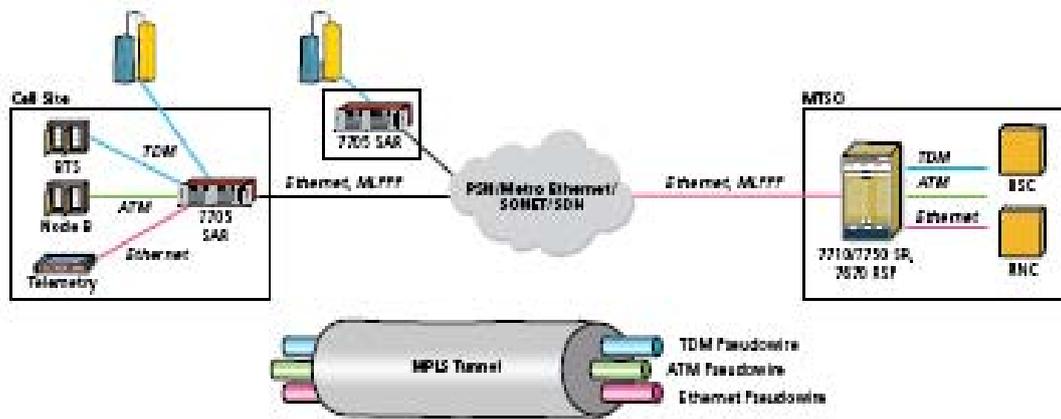
## IP/MPLS RAN Transport



7705 SAR – 8-Slot Version

A complete Alcatel-Lucent IP/MPLS RAN transport capability can be built around the Alcatel-Lucent IP/MPLS portfolio (see Figure 1). Each product has undergone rigorous testing to ensure that the network you build provides you with unparalleled reliability, so your service offerings stand out in this highly competitive market. In order to provide the most efficient transport solution, the 7705 SAR employs pseudowire (PW) encapsulation methods to map services end to end. The use of pseudowires ensures that the key attributes of the transported service are maintained, while a cost-effective packet environment is used to perform aggregation.

Figure 1. IP/MPLS RAN Transport Capability



MPLS Pseudowires Allow Convergence and Dynamic Bandwidth Allocation Over Multiple Media, Enabling Low Cost Backhaul

Note: The 7705 SAR supports ATM and Ethernet pseudowires. The 7710/7750 SR also supports ATM and Ethernet pseudowires, support for TDM pseudowires will be added in a.o.

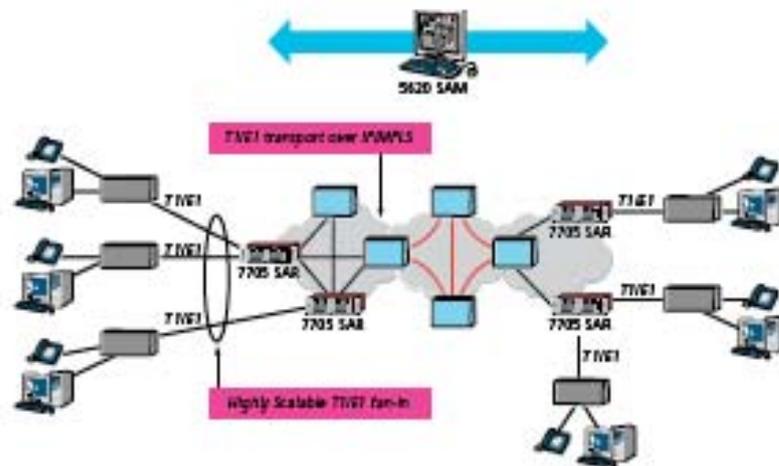


## T1/E1 Private Line Transport Capability

The 7705 SAR can provide a T1/E1 private line capability using circuit emulation over a packet switched network, such as an IP/MPLS network. This can be an example of fixed-mobile network convergence, where the same transformed IP/MPLS infrastructure can be used for both mobile RAN backhaul and efficient support of legacy private line services.

The 7705 SAR brings a structured mode of operation according to the IETF RFC CESoPS where individual 64 kbps timeslots within a single T1/E1 can be sent to different destinations. TDM traffic is packetized and encapsulated in MPLS with configurable packetization, delay and jitter buffer sizing. Traffic is then uploaded to the core network via 10/100 Mb/s Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet or n x T1/E1 MLPPP. A typical T1/E1 private line deployment configuration is depicted in Figure 2.

Figure 2. T1/E1 Private Line Transport Capability





### The Alcatel-Lucent Advantage

Alcatel-Lucent offers you a complete, end-to-end solution based on best-in-class IP/MPLS networking products and offers an extensive breadth of services and deployment experience to support the transformation of your mobile RAN. Each product within the solution is right-sized for its job within the network. For example, the 7705 SAR relies on the same software architecture as the highly successful 7750 Service Router, but at a price and form factor that is appropriate to the cell site and smaller hubs. The Alcatel-Lucent IP/MPLS products offer high availability and service-aware traffic management and quality of service.

With support for all access media, including microwave, DSL, fiber and traditional n x T1/E1 copper in the first mile, you don't have to make compromises due to technological limitations. This flexibility ensures that you get a solid return on your capital investments, as quickly as possible.

The Alcatel-Lucent RAN solution also offers you the critical advantage of unprecedented scalability, both in terms of network scale and the scale of projects that can be accommodated. By scaling effectively and economically, the Alcatel-Lucent solution ensures that the current unprecedented growth in mobile traffic is good for your bottom line, rather than eroding your profitability.

As a committed project partner, Alcatel-Lucent offers valuable global experience and local support in network design, deployment and ongoing operations. By relying on Alcatel-Lucent experience and the Company's superior products, you can be assured that your transition towards an IP/MPLS-based transport network will be as smooth as possible, so you retain your existing customers and can build solid relationships with new ones.

## **ANEXO 4**

**HOJA TÉCNICA DE LOS EQUIPOS ALCATEL-LUCENT 7705 SAR.**



## Alcatel-Lucent 7705 SAR

### SERVICE AGGREGATION ROUTER | RELEASE 2.1

The Alcatel-Lucent 7705 Service Aggregation Router (SAR) delivers industry-leading IP/MPLS and pseudowire capabilities in compact platforms with the ability to reliably groom and aggregate multiple media, service and transport protocols onto an economical packet transport infrastructure.



Alcatel-Lucent 7705 SAR-F



Alcatel-Lucent 7705 SAR-B

The Alcatel-Lucent 7705 SAR is optimized for multiservice adaptation, aggregation and routing, especially onto a modern Ethernet and IP/MPLS infrastructure. Leveraging the powerful Service Router Operating System (SROS) and 5620 Service Aware Manager (SAM), it is available in compact, low power consumption platforms delivering highly available services over resilient and flexible network topologies.

The 7705 SAR is well suited to the aggregation and backhaul of 2G, 3G and LTE mobile traffic — providing cost-effective scaling and the transformation to IP/MPLS networking. Business Services modernization is supported in the transition from legacy to consolidated, packet based operation. Hugely reduced equipment footprints are achievable with reduced energy costs. Enterprise and Vertical organizations can deploy with confidence, achieving reliable and resilient support of legacy and advanced services.

The Alcatel-Lucent 7705 SAR owes much of its development heritage to the Alcatel-Lucent Service Router (SR) product line. Sharing much of the market-leading feature set of that product line, the Alcatel-Lucent 7705 SAR brings a powerful, service-oriented

capability to the RAN, specifically in form factors and at-price points that are particularly appropriate for cell sites and hub locations. With end-to-end service management under the Alcatel-Lucent 5620 management portfolio, the Alcatel-Lucent 7705 SAR greatly augments the IP/MPLS RAN transport solution from Alcatel-Lucent.

#### Service aggregation and networking

To provide the most efficient transport solution, the Alcatel-Lucent 7705 SAR employs pseudowire encapsulation methods to map services end to end. The use of pseudowires ensures that the key attributes of the service are maintained, while using a cost-effective packet environment to aggregate services. In addition to pseudowire transport, IP routing and forwarding is supported. Services such as ATM, ATM LMA, Ethernet and TDM traffic can be natively switched across the 7705 SAR.

The Alcatel-Lucent 7705 SAR supports RFC 5086 — Structure-Aware TDM Circuit Emulation Service over Packet Switched Network (CESoPSN) and also RFC 4553 — Structure-Agnostic TDM over Packet (SAToP) for the encapsulation and transport of TDM traffic; for

example, from mobile 3G, TDM-attached base stations. The use of circuit emulation service (CES) ensures that only the active timeslots are transported, keeping bandwidth usage to a minimum. Also, the Alcatel-Lucent 7705 SAR supports RFC 4717 — Encapsulation Methods for Transport of ATM over MPLS Networks; N:1 cell mode is supported. Multiple access ATM ports are bundled together to attain higher speeds using IMA. The IMA protocol is terminated on the Alcatel-Lucent 7705 SAR, and only the cells containing user data that belong to a virtual circuit/ virtual path (VC/VP) structure are transported. RFC 4448 — Encapsulation Methods for Transport of Ethernet over MPLS Networks is also supported. To offer greater scalability, all the traffic out of an Ethernet port can be carried over a single Ethernet pseudowire or, alternatively, a pseudowire can be created for each VLAN that is assigned to a different service or end-customer. IP pseudowires are supported and provide the ability to deterministically carry IP traffic between disparate media. For example, IP traffic can be carried between a PPP (or ML-PPP) access point and an Ethernet connection.

Highly flexible network infrastructure options include the use of MPLS or GRE (Generic Routing Encapsulation) tunneling for aggregated traffic. When dynamic MPLS signaling is deployed, the end-to-end pseudowire is established using targeted label distribution protocol (T-LDP) and the MPLS tunnel using LDP. In addition to efficient LDP-based dynamic signaling, static provisioning of both the MPLS tunnel and the pseudowire is supported. GRE tunneling allows low-cost, ubiquitous IP networks to be used for backhauling; for example, for the transport of HSPA (High Speed Packet Access) off-loaded traffic using DSL access media.

#### Label Switched Routing

The 7705 SAR can be configured as either a Label Edge Router (LER) or a Full Label Switched Router (LSR). Label Switched Paths (LSPs) can be signaled via either the Label Distribution

Protocol (LDP) or the Resource Reservation Protocol with Traffic Engineering (RSVP-TE). The 7705 SAR brings a strong suite of traffic engineering and resiliency capabilities via functions such as Constraint-based shortest Path First (CSPF) routing, fast Reroute (FRR), primary and secondary LSPs and redundant pseudowires.

#### Quality of service and traffic management

It is critical to maintain the end-to-end quality of service (QoS) for packet traffic. Not all types of traffic have the same set of requirements. Voice traffic in particular requires low latency and jitter (latency variation) as well as low loss, whereas data traffic often has less stringent delay requirements but may be very sensitive to loss, as packet loss can seriously constrain application throughput. To offer the required treatment throughout the network, traffic flows with different requirements are identified at the access and marked in-line with the appropriate QoS metrics. Traffic classification and marking are carried out based on the following categories:

Classification (Layer 1/Layer 2/Layer 2.5 and/or Layer 3 header):

- Timeslot/port
- Ethernet port/VLAN
- ATM service category (CBR/rt-VBR/nrt-VBR/UBR)
- ATM VC
- Ethernet 802.1p/VLAN
- IP DSCP/MPLS EXP

Marking:

- Layer 2 (802.1p)
- Layer 2.5 (EXP) both for tunnel and PWE3
- Layer 3 (Diffserv)

The Alcatel-Lucent 7705 SAR utilizes extensive traffic management policies to ensure fairness with detailed classification and hierarchical scheduling including: minimum/maximum, queue type-based weighted round robin or strict priority and profiled scheduling, as well as multi-tier polling to differentiate and prioritize individual services and flows.

#### Operations, administration and maintenance

In order to ensure continuity of services, the Alcatel-Lucent 7705 SAR has a full set of operations, administration and maintenance (OAM) features including:

- LSP ping
- LSP traceroute
- Service distribution path (SDP) ping
  - Verifies, for example, tunnel connectivity and round trip delay
- Virtual circuit connectivity verification (VCCV)
  - Verifies, for example, service level existence and round trip time
  - Extends OAM to pseudowire services
- Service Assurance Agent (SAA)
  - Runs in background, periodically collecting network "health" information from OAM mechanisms (such as VCCV) and monitoring for problems (such as SLA transgressions)

These features, when under the control of the Alcatel-Lucent 5620 management portfolio, ensure rapid fault detection as well as efficient troubleshooting. In particular, SLAs can be proactively monitored by the SAA. This powerful capability allows the specification of test suites, policies and schedules. The tests are then auto-created, and the results obtained are automatically compared to pre-defined SLA metrics. Any transgressions detected are automatically reported through the SAA to operations staff.

#### Synchronization

Cell sites rely on the backhaul network to provide synchronous interfaces for the proper delivery of data. In addition, cell sites may rely on the network interfaces as stable references with which to derive radio frequencies and to ensure reliable subscriber handover between cell towers. Accurate synchronization is also important in wireline networks in maintaining network operational integrity; for example, avoiding data underflows and overflows and transmission 'slips'.

Table 1. Features and benefits

FEATURE	BENEFIT
Cost-effective migration from EOTI-based backhaul to economical and flexible IP/MPLS-based transport, leveraging Ethernet or IP network services over a wide range of first-mile media	Transition from PDH-based connectivity to modern Ethernet and/or IP-based networking infrastructures can greatly reduce recurring operating expenditures such as line lease costs.
Resiliency and redundancy including one-for-one linkless control and switch module failover (7705 SAR-B), synchronization redundancy, network uplink resiliency and redundancy of power feeds plus temperature hardening	Advanced resiliency features lead to improved network uptime, which can positively impact customer retention and allow critical services to be offered for increased revenues.
Powerful, service-aware OAM capabilities complemented by the Alcatel-Lucent 5521 management portal to facilitate GUI-based network element configuration, provisioning, and fault and performance management	Rapid fault detection and powerful commissioning and troubleshooting tools can improve productivity of operations staff and reduce network downtime.
Dense adaptation of multiple congested services onto an economical packet infrastructure	Multiprotocol and convergence capabilities help flexible and granular QoS reduce equipment instances needed to carry multiple traffic types.
Extends service routing (IP/MPLS) dynamic capabilities to the remote site, hub, and network edge in compact form factors with low power consumption	Modular, flexible architecture alleviates the burden of complex pre-engineering and future scenario planning. Compact, rugged form factors allow remote sites to be addressed.
Breadth of synchronization solutions with flexible operation, redundancy and independent validation of accuracy	Accurate synchronization allows cost-effective deployment over packet infrastructure and improves the user experience (for example, less data loss and minimal dropped calls in mobile applications).

The Alcatel-Lucent 7705 SAR supports external reference timing, line timing, adaptive clock recovery (ACR) timing, synchronous Ethernet and also timing distribution via 1588v2. Accuracy and high performance of timing over packet solutions, such as ACR and IEEE1588v2, are accomplished by a combination of built-in architectural features, efficiently tuned algorithms to minimize the delay experienced by synchronization traffic. These capabilities are cornerstones of the design of the Alcatel-Lucent 7705 SAR. A built-in Stratum-3 clock is provided to assist in synchronization maintenance during unavailability of a primary source.

#### 7705 SAR Family Chassis options

- Industry-leading scalability and density is provided in the 7705 SAR-B, a two rack unit (2 RU) version of the 7705 SAR that supports up to 96 T1/E1 Any Service, Any Port (ASAP) ports. The platform can be optionally configured with a redundant control and switch module and uplinks. The Alcatel-Lucent 7705 SAR-B has eight slots; two are allocated for control and switch modules (CSMs), with the remaining six being available for user traffic adapter cards. The Alcatel-Lucent 7705 SAR-B has a compact, modular architecture,

constructed to allow flexible use of line adapter cards so operators can optimize the configuration to meet the specific requirements of a site. With the modular architecture comes additional resilience and flexibility. The solution can optionally support 1+1 fully redundant CSMs. This industry-leading, independently validated High Availability feature has been inherited from the Service Router product line and is a strong contributor to overall network uptime.

- Each of the six adapter card slots in the 7705 SAR-B chassis can be used for any adapter card type, removing the burden of complex pre-engineering and future scenario planning. The five supported adapter card types are: a 4-port OC-3/STM-1 clear channel card, a 2-port OC-3/STM-1 channelized card, a 16-port ASAP T1/E1 adapter card, an 8-port Ethernet adapter card and a 12-port Serial Data Interface (SDI) card. The 4-port OC-3/STM-1 clear channel card supports ATM and Packet over SONET/SDH (POS) in clear channel mode with ports configurable for SONET or SDH operation. The 2-port OC-3/STM-1 channelized card supports ATM, Inverse Multiplexing over ATM (IMA) and MLPPP with ports configurable for SONET or SDH operation. The ASAP adapter card supports ATM, Inverse

multiplexing over ATM (IMA), TDM and multiclass MLPPP. The Ethernet adapter card has six ports of auto-sensing 10/100 Base-TX ports plus two further ports supporting 10/100/1000 Ethernet with small form factor pluggable (SFP) optics. The 12-port SDI card can be configured for RS232 or V.35 operation. Each slot is connected to the switching fabric on the CSM using a 1 Gbit link to host existing and future interface types.

- The 7705 SAR-F is a fixed configuration version of the Service Aggregation Router. The 7705 SAR-F is packaged in a one rack unit (1 RU) high form factor that supports up to 16 T1/E1 any service any port (ASAP) ports. The ASAP ports can be configured to support ATM, Inverse Multiplexing over ATM (IMA), TDM and MLPPP. Six 10/100 Base-T auto-sensing Ethernet ports are provided, plus two further ports supporting 10/100/1000 Base-TX with small form factor pluggable optics (SFPs).
- For both chassis configurations, network uplink connectivity options are: Ethernet, Fast Ethernet (FE), Gigabit Ethernet (GigE),  $n \times$  T1/E1 multi-link point-to-point protocol (MLPPP) or  $n \times$  T1/E1 ATM IMA. Integrated DSS point-to-point trunking is supported via a small form factor pluggable (SFP) device.

## Chassis-Dependent specifications



### Alcatel-Lucent 7705 SAR-8

#### Modules and adapter cards

- Control and switch module (CSM)
- 8-port Ethernet adapter card (six ports of 10/100 Ethernet, two ports of 10/100/1000 Ethernet), DSS point-to-point trunking is supported via a small form factor pluggable (SFP) device
- 16-port T1/E1 Any Service, Any Port (ASAP) adapter card
- 4-port OC-3/STM-1 clear channel adapter card
- 2-port OC-3/STM-1 channel level adapter card
- 12 port SDI (Serial Data Interface) card

#### Redundancy and resiliency

- Control
- Fabric
- Synchronization
- Uplinks
- MPLS tunnel
- Power planes
- Power feeds
- Cooling fans

#### Physical dimensions

- Height: 2 RU, 8.9 cm (3.5 in.)
- Depth: 25.4 cm (10 in.)
- Width: 43.9 cm (17.3 in.)
- Rack mountable in a 48.2 cm rack, 30 cm depth (standard 19 inch equipment rack, 12 inch depth)

#### Power

- Two feeds: -48V/60 V DC or Two feeds: +24V DC
- Certified AC power solution available: 100 – 240V AC

#### Cooling

- One tray of eight fans with redundancy

#### Operating environment

- Normal operating temperature range: -40°C to +65°C (-40°F to 149°F) sustained
- Normal humidity: 5% to 85%
- Short term (95 hours) extended humidity range: 5% to 95%



### Alcatel-Lucent 7705 SAR-F

#### Modules and adapter cards

- N/A – Fixed configuration with integrated control and switch module, six ports of 10/100 Ethernet, two ports of 10/100/1000 Ethernet and 16 T1/E1 any service any port (ASAP) ports, DSS point-to-point trunking is supported via a small form factor pluggable (SFP) device

#### Redundancy and resiliency

- Synchronization
- Uplinks
- MPLS tunnel
- Power planes
- Power feeds
- Cooling fans

#### Physical dimensions

- Height: 1 RU, 4.45 cm (1.75 in.)
- Depth: 25.4 cm (10 in.)
- Width: 43.9 cm (17.3 in.)
- Rack mountable in a 48.2 cm rack, 30 cm depth (standard 19 inch equipment rack, 12 inch depth)

#### Power

- Two feeds: -48V/60 V DC or Two feeds: +24V DC
- Certified AC power solution available: 100 – 240V AC

#### Cooling

- Built-in 5-fan array with redundancy

#### Operating environment

- Normal operating temperature range: -40°C to +65°C (-40°F to 149°F) sustained
- Normal humidity: 5% to 95% non-condensing

## Service Aggregation Router specifications

### Services

- TDM pseudowires
  - RFC 5086 Structure-Agnostic Time Division Multiplexed (TDM) Circuit Emulation Service over Packet Switched Network (CESoPSN)
  - RFC 4553 Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet (SAToP)
- ATM pseudowires
  - RFC 4717 Encapsulation Methods for Transport of Asynchronous Transfer Mode (ATM) over MPLS Networks
  - M1 cell mode, virtual circuit connection and virtual path connection
  - ATM IMA
- Ethernet pseudowires
  - RFC 4448 Encapsulation Methods for Transport of Ethernet over MPLS Networks
  - Barand tagged mode
  - MEF 9- and MEF 14-certified
- IP pseudowires
  - PPP (as per RFC-1661) and ML-PPP (as per RFC-1904) access to IP pseudowires
  - Ethernet (null, tagged) access to IP pseudowires

### Synchronization

- External reference timing
- Line timing
- Adaptive timing
- Synchronous Ethernet
- Built-in Stratum-3 clock
- IEEE 1588v2

### Traffic management and QoS

- Hierarchical queuing
- Multi-tier scheduling
- Profiled (in and out of profile) scheduling
- Queue type-based scheduling
- Ingress policing and egress shaping
- Up to 8 queues per service
- Memory allocation per queue (KBS, MBs per queue)
- Premium, assured and best-effort forwarding classes
- WRED on ingress and egress
- Classification based on:
  - Layer 1/Layer 2/Layer 2.5 and/or Layer 3 header
  - Transport port
  - Ethernet port/VLAN

→ ATM service category (CBR/r+, VBR+r+, VBR/nBR)

- ATM VC
- Ethernet 802.1p/VLAN
- IP DSCP/MPLS EXP
- Marking based on:
  - Layer 2 (802.1p)
  - Layer 2.5 (EXP) both for tunnel and PWES
  - Layer 3 (Diffserv)

### Security (node access)

- User ID/password-based authentication and authorization
- Exponential login backoff for brute force attacks
- Local or remote storing of user information
- Remote authentication (authorization via Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS) and Terminal Access Controller Access-Control System (TACACS))
- Secure Shell3, Secure File Transfer Protocol and Simple Network Management Protocol (SNMP) Version 3
- Secure open interfaces
- Syslog
  - Capture security logs on local or remote server
- Alarm on suspicious sequence of operations
- Node1 attack
- Basic firewall with filtering of control plane traffic
- Denial of service (DoS) attack prevention (rate-limiting and prioritization)
- Data security
- Transfer over peer-to-peer tunnel (MPLS)
- MD5 authentication
- Sequence numbers prevent replaying of data
- Statistics available on suspicious behavior

### Management

- Fully-featured, industry-standard command line interface
- Service assurance tools, including LSP ping, LSP traceoute, SDP ping, VCCV
- ATM In-band Management
- SSH and Telnet
- FTP, Trivial File Transfer Protocol and Secure Copy Protocol
- RADIUS (AAA)
- TACACS+
- SNMP v2/v3

### Safety, EMC, Environmental and Telecom Compliance

- Safety:
  - UL/CSA 60950-1
  - IEC/EN 60950-1
  - AS/NZS 60950-1
  - IEC/EN 60925-1 and 2 (LASER Safety)
- EMC:
  - EN 55022 2006 (Class A)
  - FCC Part 15 2008 (Class A)
  - ICES-003 Issue 4 2004 (Class A)
  - EN 300 386 V14.1
  - AS/NZS CISPR 22:2006 (Class A)
  - Telcordia GR-1089 Issue 4
  - RRL Notice No. 2008-38 (Class A)
  - RRL Notice No. 2008-39
- Telecom:
  - IC CS-03 Issue 9
  - ACTA TIA-968-A
  - AS/NZS 6016 (Australia/ New Zealand)
  - ITU-T G.709
  - ITU-T G.957
  - ITU-T V.24
  - ITU-T V.36
  - ITU-T X.21
- Network Equipment and Building Standards (NEBS):
  - NEBS Level 1 and 3
  - Telcordia GR-63-CORE Issue 3
  - Telcordia GR-78-CORE Issue 2
  - Telcordia GR-1089 Issue 4
  - ATT-TP-76200
  - VZTPR 8306
  - ANS T1.315-2001
- Environmental:
  - Telcordia GR-63-CORE Issue 3
  - ETSI EN 300 019-2-1 v2.1.2 (Class 1.2)
  - ETSI EN 300 019-2-2 v2.1.2 (Class 2.3)
  - ETSI EN 300 019-2-3 v2.2.2 (Class 3.2)
  - ETSI 300 132-2 v2.2.1
- Directives:
  - EU Directive 1999/5/EC RoHTE
  - EU Directive 2002/96/EC WEEE
  - EU Directive 2002/95/EC RoHS
  - China: Ministry of Information Industry order No. 39 – CoRoS

### Standards and protocols

- Standards compliance Ethernet
- IEEE 802.1p/Q VLAN Tagging
- IEEE 802.1ag Service Layer OAM
- IEEE 802.3 10BaseT
- IEEE 802.3ah Ethernet OAM
- IEEE 802.3u 100BaseTX

- IEEE 802.3a Flow Control
- IEEE 802.3a 1000BaseSX/LX

### Protocol support

- LDP
- RFC 5036 LDP Specification
- MPLS
- RFC 3031 Multiprotocol Label Switching Architecture
- RFC 3032 MPLS Label Stack Encoding
- RFC 4379 Detecting Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Data Plane Failures
- RSVP-TE and Flow Based one
- RFC 2430 A Provider Architecture DiffServ & TE
- RFC 2702 Requirements for Traffic Engineering over MPLS
- RFC 2747 RSVP Cryptographic Authentication
- RFC 3007 RSVP Cryptographic Authentication
- RFC 3209 Extensions to RSVP for Tunnels
- RFC 4090 Fast reroute extensions to RSVP-TE for LSP Tunnels
- OSPF
- RFC 1753 OSPF Database Overview
- RFC 2328 OSPF Version 2
- RFC 2370 Opaque LSA Support
- RFC 2740 OSPF for IPv6 (OSPFv3) draft-ietf-ospfv3-update-14.txt
- RFC 3101 OSPF NSIS Option
- RFC 3137 OSPF Stub Router Advertisement
- RFC 3623 Graceful OSPF Restart – GR helper
- RFC 3630 Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2
- RFC 4209 Shared Risk Link Group (SRLG) sub-TLV
- IS-IS
- RFC 1142 OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol (ISO 10580)
- RFC 1195 Use of OSI IS-IS for routing in TCNIP and dual environments
- RFC 2763 Dynamic Hostname Exchange for IS-IS
- RFC 2966 Domain-wide Prefix Distribution with Two-Level IS-IS
- RFC 2973 IS-IS Mesh Groups
- RFC 3373 Three-Way Handshakes for Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Point-to-Point Adjacencies
- RFC 3567 Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Cryptographic Authentication
- RFC 3719 Recommendations for Interoperable Networks using IS-IS

- RFC 3784 Intermediate System to Intermediate System (IS-IS) Extensions for Traffic Engineering (TE)
- RFC 3787 Recommendations for Interoperable IP Networks
- RFC 4205 for Shared Risk Link Group (SRLG) TLV draft-ietf-isis-igmp-ipv-over-lan-05.txt
- RFC 5309 Point-to-Point Operation over LAN in Link State Routing protocols

**BGP**

- draft-ietf-bfd-mib-00.txt Bidirectional Forwarding Detection Management Information Base
- draft-ietf-bfd-base-05.txt Bidirectional Forwarding Detection
- draft-ietf-bfd-4vs-1-hop-05.txt BFD IPv4 and IPv6 (Single Hop)
- draft-ietf-bfd-multihop-05.txt BFD for Multi-hop Paths

**GRE**

- RFC 2784 Generic Routing Encapsulation (GRE)

**Differentiated services**

- RFC 2474 Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers
- RFC 2507 Assured Forwarding PHB Group
- RFC 2508 An Expedited Forwarding PHB
- RFC 3140 Per Hop Behavior Identification Codes

**IGMP**

- RFC 768 User Datagram Protocol
- RFC 1300 The TFTP Protocol (Revision 2)
- RFC 791 Internet Protocol
- RFC 792 Internet Control Message Protocol
- RFC 793 Transmission Control Protocol
- RFC 826 Ethernet Address Resolution Protocol
- RFC 854 Telnet Protocol Specification
- RFC 1812 Requirements for IPv4 Routers

**PPP**

- RFC 1332 PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP)
- RFC 1661 The Point-to-Point Protocol (PPP)
- RFC 1989 PPP Link Quality Monitoring
- RFC 1990 The PPP Multilink Protocol (MP)

**ATM**

- RFC 2514 Definitions of Textual Conventions and OBJECT-IDENTITIES for ATM Management, February 1999
- RFC 2515 Definition of Managed Objects for ATM Management, February 1999
- rfc-ietf-0121.000 Traffic Management Specification Version 4T, March 1999
- ITU-T Recommendation I.670 – B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions version 11/95
- ITU-T Recommendation I.632.1 – B-ISDN user-network interface – Physical layer specifications: General characteristics
- GR-1248-CORE – Generic Requirements for Operations of ATM Network Elements (NEs), Issue 3, June 1995
- GR-1113-CORE – Asynchronous Transfer Mode (ATM) Adaptation Layer (AAL) Protocol Generic Requirements, Issue 1, July 1994

**Pseudowire**

- RFC 4385 Pseudowire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN
- RFC 4447 Pseudowire Setup and Maintenance using the Label Distribution Protocol (LDP)
- RFC 4448 Encapsulation Methods for Transport of Ethernet over MPLS Networks
- RFC 4553 Structure-Agnostic Time Division Multiplexing (TDM) over Packet (SAToP)
- RFC 4717 Encapsulation Methods for Transport of Asynchronous Transfer Mode (ATM) over MPLS Networks
- RFC 5085 Pseudowire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV): A Control Channel for Pseudowires
- RFC 5086 Structure-Agnostic Time Division Multiplexed (TDM) Circuit Emulation Service over Packet Switched Network (CESoPSN)

**RADIUS**

- RFC 2865 Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)
- RFC 2866 RADIUS Accounting

**SSH**

- draft-ietf-secsh-architecture.txt SSH Protocol Architecture
- draft-ietf-secsh-authprot.txt SSH Authentication Protocol
- draft-ietf-secsh-transport.txt SSH Transport Layer Protocol
- draft-ietf-secsh-connection.txt SSH Connection Protocol
- draft-ietf-secsh-newmodes.txt SSH Transport Layer Encryption Modes

**DACACS+**

- IETF draft-ietf-dacacs-02.txt

**Network Management**

- ITU-T X.721: Information technology-OSI Structures of Management Information
- ITU-T X.734: Information technology-OSI Systems Management: Event Report Management Function
- M.3100/3120 Equipment and Connection Models
- TMF 50M513 Network Connectivity Model
- RFC 1157 SNMPv1
- RFC 1907 SNMPv2-MIB
- RFC 2011 R-MIB
- RFC 2012 TCP-MIB
- RFC 2013 UDP-MIB
- RFC 2138 RADIUS
- RFC 2571 SNMP-Framework-MIB
- RFC 2572 SNMP-MPD-MIB
- RFC 2573 SNMP-Applications
- RFC 2574 SNMP-User-Based-SN-MIB
- RFC 2575 SNMP-User-Based-ACM-MIB
- RFC 2576 SNMP-COMMUNITY-MIB
- RFC 2665 Ethernet-Like-MIB
- RFC 2819 RMON-MIB
- RFC 2863 The Interfaces Group-MIB
- RFC 2864 Inverted-Stack-MIB
- RFC 3014 Notification-Log-MIB
- RFC 3273 HSRM-MIB
- RFC 3411 An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks
- RFC 3412 Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)
- RFC 3413 Simple Network Management Protocol (SNMP) Applications
- RFC 3414 User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)
- RFC 3418 SNMP-MIB
- draft-ietf-clarinet-alm-mib-04.txt
- draft-ietf-npl-ldp-mib-07.txt
- IANA-IfType-MIB

Plus support for an extensive range of proprietary MIBs.

www.alcatel-lucent.com | alcatel | lucent | alcatel-lucent and the alcatel-lucent logo are trademarks of alcatel-lucent. all other trademarks are the property of their respective owners. the information presented is subject to change without notice. alcatel-lucent assumes no responsibility for inaccuracies contained herein. copying this document is prohibited. all rights reserved. copyright © 2008 alcatel-lucent

## **ANEXO 5**

### **CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS ALCATEL – LUCENT PARTICIPANTES EN EL DISEÑO DE LA RED**

**EQUIPO 7750 SR – 12 CONCENTRADOR 1:**

```

# TiMOS-C-7.0.R6 cpm/hops ALCATEL SR 7750 Copyright (c) 2000-2009
Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Mon Nov 23 15:53:11 PST 2009 by builder in
/rel7.0/b1/R6/panos/main

# Generated THU DEC 30 15:58:41 2010 UTC

exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
    system
        name "concentrador1"
        chassis-mode c
        snmp
            packet-size 9216
        exit
        login-control
            ftp
                inbound-max-sessions 1
            exit
            telnet
                inbound-max-sessions 15
                outbound-max-sessions 15
            exit
            idle-timeout disable
            pre-login-message "****\n Unauthorized access is
prohibited\n****\n"
        exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
            console
                member "administrative"
            exit
        exit
    exit
exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom2-20g
        mda 1
            mda-type m2-10gb-xp-xfp
            sync-e

```

```
        exit
    exit
    card 2
        card-type iom2-20g
        mda 1
            mda-type m2-10gb-xp-xfp
            sync-e
        exit
        mda 2
            mda-type m10-1gb-xp-sfp
            sync-e
        exit
    exit
    card 3
        card-type iom2-20g
        mda 2
            mda-type m4-choc3-ces-sfp
            sync-e
        exit
    card 6
        card-type iom2-20g
        mda 1
            mda-type m2-10gb-xp-xfp
            sync-e
        exit
    exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/1
        description "to_SR12-CONC2"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/1/1
        description "to_SRC12-DISTR2"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/2
        description "to_LAG2"
        ethernet
            mode access
            encap-type dot1q
            autonegotiate limited
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/3
        description "to_LAG1"
        ethernet
            mode access
            encap-type dot1q
            autonegotiate limited
        exit
```

```
        no shutdown
    exit
    port 2/2/7
        description "to_CONC1_NODOB"
        ethernet
            mode access
            speed 100
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/10
        description "to_RNC"
        ethernet
            mode access
        exit
        no shutdown
    exit
    port 3/2/1
        description "to_SDH_BSC"
        sonet-sdh
            framing sdh
            clock-source node-timed
        exit
        no shutdown
    exit
    port 6/1/1
        description "to_SRC12-DISTR1"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port aps-1
        aps
            neighbor 172.22.217.2
            working-circuit 3/2/1
        exit
        sonet-sdh
            path sts3
                no shutdown
            exit
            group tug3-1 payload vt2
            group tug3-2 payload vt2
            group tug3-3 payload vt2
            path vt2-1.1.1
                description "AGREG4-1-2G-MAIN"
                no shutdown
            exit
            .
            .
            .
            path vt2-3.7.3
                shutdown
            exit
    exit
    tdm
        e1 1.1.1
```

```
        framing e1-unframed
        clock-source node-timed
        channel-group 1
            no shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
exit
no shutdown
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
    system
        sync-if-timing
            begin
            refl
                shutdown
            exit
            ref2
                shutdown
            exit
            bits
                interface-type e1 pcm31crc
                no shutdown
            exit
            revert
            commit
        exit
    exit
#-----
echo "LAG Configuration"
#-----
    lag 1
        description "LAG-1 to SR12-CONC1 LAG-2"
        mode access
        encap-type dot1q
        port 2/2/3
        no shutdown
    exit
    lag 2
        description "LAG-2 to SR12-CONC1 LAG-1"
        mode access
        encap-type dot1q
        port 2/2/2
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        multi-chassis
            peer 172.22.217.2 create
            no shutdown
        exit
    exit
    synchronize boot-env
```

```
exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
  qos
    sap-ingress 51001 create
      queue 1 create
        rate 21600 cir 21600
      exit
    exit
    sap-egress 51001 create
      queue 1 create
        rate 21600 cir 21600
      exit
    exit
  exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
  router
    interface "system"
      address 172.22.217.1/32
    exit
    interface "to_SR12-CONC2"
      address 172.22.216.1/30
      port 1/1/1
      bfd 100 receive 100 multiplier 3
    exit
    interface "to_SRC12-DISTR1"
      address 172.22.216.5/30
      port 6/1/1
      bfd 100 receive 100 multiplier 3
    exit
    interface "to_SRC12-DISTR2"
      address 172.22.216.9/30
      port 2/1/1
      bfd 100 receive 100 multiplier 3
    exit
    autonomous-system 65000
    router-id 172.22.217.1
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
  ospf
    traffic-engineering
    area 0.0.0.0
      interface "system"
        exit
      interface "to_SR12-CONC2"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
      exit
      interface "to_SRC12-DISTR1"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
      exit
      interface "to_SRC12-DISTR2"
```

```
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        interface "system"
        exit
        interface "to_SR12-CONC2"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR1"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR2"
        exit
    exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
        exit
        interface "to_SR12-CONC2"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR1"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR2"
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        path "p_igp"
        no shutdown
        exit
        lsp "to_SR12-CONC2"
        to 172.22.217.2
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
        exit
        lsp "to_SRC12-DISTR1"
        to 172.22.217.5
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
```

```
exit
lsp "to_SRC12-DISTR2"
  to 172.22.217.6
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SRC12-DISTR3"
  to 172.22.217.7
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG1"
  to 172.22.217.11
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG2"
  to 172.22.217.12
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG3"
  to 172.22.217.13
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG4"
  to 172.22.217.14
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG5"
  to 172.22.217.15
```

```
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
no shutdown
exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
    ldp
        interface-parameters
        exit
        targeted-session
            peer 172.22.217.11
            exit
            peer 172.22.217.12
            exit
            peer 172.22.217.13
            exit
            peer 172.22.217.14
            exit
            peer 172.22.217.15
            exit
        exit
    exit
exit
#-----
echo "Service Configuration"
#-----
    service
        customer 1 create
            description "BACKHAUL"
        exit
        sdp 111 mpls create
            far-end 172.22.217.2
            lsp "to_SR12-CONC2"
            keep-alive
            shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
    sdp 2014 mpls create
        far-end 172.22.217.14
        lsp "to_SAR8-AGREG4"
        keep-alive
        shutdown
    exit
    no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
    interface "VRRP-RNC" create
    exit
    interface "CONC1_NODOB" create
```

```
        exit
    exit
    cpipe 2001 customer 1 vc-type satop-el create
        description "CONC1-1-AGREG4-2G port 1/5/1"
        endpoint "x" create
        exit
        endpoint "y" create
        exit
        sap aps-1.1.1.1.1 endpoint "x" create
        exit
        spoke-sdp 2014:2001 endpoint "y" create
        exit
        spoke-sdp 111:2001 endpoint "y" icb create
        exit
        spoke-sdp 111:2021 endpoint "x" icb create
        exit
        no shutdown
    exit
    vpls 410101 customer 1 create
        description "RNC"
        stp
            shutdown
        exit
        sap 2/2/10 create
            description "to_RNC"
        exit
        sap lag-1:10 create
            description "to_VPRN:10"
        exit
        spoke-sdp 111:410101 create
        exit
        no shutdown
    exit
    vprn 510001 customer 1 create
        route-distinguisher 65000:1
        auto-bind rsvp-te
        vrf-target target:65000:2
        interface "VRRP-RNC" create
            address 172.22.204.4/29
            vrrp 10
                backup 172.22.204.6
                ping-reply
                telnet-reply
                ssh-reply
                traceroute-reply
            exit
            sap lag-2:10 create
            exit
        exit
    interface "CONC1_NODOB" create
        address 172.22.220.1/29
        sap 2/2/7 create
            ingress
                qos 51001
            exit
            egress
                qos 51001
```

```
        exit
    exit
    exit
    no shutdown
    exit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RR-Clients"
            family vpn-ipv4
            type internal
            cluster 172.0.0.0
            local-as 65000
            neighbor 172.22.217.2
            exit
            neighbor 172.22.217.5
            exit
            neighbor 172.22.217.6
            exit
            neighbor 172.22.217.7
            exit
            neighbor 172.22.217.11
            exit
            neighbor 172.22.217.12
            exit
            neighbor 172.22.217.13
            exit
            neighbor 172.22.217.14
            exit
            neighbor 172.22.217.15
            exit
        exit
    exit
    exit
exit all

# Finished THU DEC 30 15:58:42 2010 UTC
```

**EQUIPO 7750 SR – 12 CONCENTRADOR 2:**

```
# TiMOS-C-7.0.R6 cpm/hops ALCATEL SR 7750 Copyright (c) 2000-2009
Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Mon Nov 23 15:53:11 PST 2009 by builder in
/rel7.0/b1/R6/panos/main

# Generated THU DEC 30 15:58:07 2010 UTC

exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
```

```
#-----
system
  name "concentrador2"
  chassis-mode c
  snmp
    packet-size 9216
  exit
  login-control
    ftp
      inbound-max-sessions 1
    exit
    telnet
      inbound-max-sessions 15
      outbound-max-sessions 15
    exit
    idle-timeout disable
    pre-login-message "****\n Unauthorized access is
prohibited\n****\n"
  exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
system
  security
    telnet-server
    ftp-server
    user "admin"
      password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
      access console ftp
      console
        member "administrative"
    exit
  exit
exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
card 1
  card-type iom2-20g
  mda 1
    mda-type m2-10gb-xp-xfp
    sync-e
  exit
exit
card 2
  card-type iom2-20g
  mda 2
    mda-type m10-1gb-xp-sfp
    sync-e
  exit
exit
card 3
  card-type iom2-20g
  mda 2
    mda-type m4-choc3-ces-sfp
    sync-e
```

```
        exit
    card 6
        card-type iom2-20g
        mda 1
            mda-type m2-10gb-xp-xfp
            sync-e
        exit
    exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/1
        description "to_SR12-CONC2"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/2
        description "to_LAG2"
        ethernet
            mode access
            encap-type dot1q
            autonegotiate limited
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/3
        description "to_LAG1"
        ethernet
            mode access
            encap-type dot1q
            autonegotiate limited
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/7
        description "to_CONC2_NODOB"
        ethernet
            mode access
            speed 100
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
    port 2/2/10
        description "to_RNC"
        ethernet
            mode access
        exit
        no shutdown
    exit
    port 3/2/1
        description "to_SDH_BSC"
        sonet-sdh
            framing sdh
            clock-source node-timed
        exit
```

```
        no shutdown
    exit
    port 6/1/1
        description "to_SRC12-DISTR3"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port aps-1
        aps
            neighbor 172.22.217.1
            protect-circuit 3/2/1
        exit
        sonet-sdh
            path sts3
                no shutdown
            exit
            group tug3-1 payload vt2
            group tug3-2 payload vt2
            group tug3-3 payload vt2
            path vt2-1.1.1
                description "AGREG4-1-2G-STBY"
                no shutdown
            exit
            .
            .
            .
            path vt2-3.7.3
                shutdown
            exit
        exit
    tdm
        el 1.1.1
            framing el-unframed
            clock-source node-timed
            channel-group 1
                no shutdown
            exit
            no shutdown
        exit
    exit
    no shutdown
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
system
    sync-if-timing
        begin
        ref-order ref1 ref2 bits
        ref1
            source-port 1/1/1
            no shutdown
        exit
        ref2
            shutdown
        exit
```

```
        bits
        shutdown
    exit
    revert
    commit
exit
exit
#-----
echo "LAG Configuration"
#-----
    lag 1
        description "LAG-1 to SR12-CONC2 LAG-2"
        mode access
        encap-type dot1q
        port 2/2/3
        no shutdown
    exit
    lag 2
        description "LAG-2 to SR12-CONC2 LAG-1"
        mode access
        encap-type dot1q
        port 2/2/2
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        multi-chassis
            peer 172.22.217.1 create
            no shutdown
        exit
    exit
    synchronize boot-env
exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.2/32
        exit
```

```
interface "to_SR12-CONC1"
  address 172.22.216.2/30
  port 1/1/1
  bfd 100 receive 100 multiplier 3
exit
interface "to_SRC12-DISTR3"
  address 172.22.216.13/30
  port 6/1/1
  bfd 100 receive 100 multiplier 3
exit
autonomous-system 65000
router-id 172.22.217.2
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
  ospf
    traffic-engineering
    area 0.0.0.0
      interface "system"
        exit
      interface "to_SR12-CONC1"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
      exit
      interface "to_SRC12-DISTR3"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
      exit
    exit
  exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
  mpls
    resignal-timer 30
    interface "system"
      exit
    interface "to_SR12-CONC1"
      exit
    interface "to_SRC12-DISTR3"
      exit
  exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
  rsvp
    interface "system"
      exit
    interface "to_SR12-CONC1"
      exit
    interface "to_SRC12-DISTR3"
      exit
    no shutdown
  exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
```

```
mpls
  path "p_igp"
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SR12-CONC1"
    to 172.22.217.1
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR1"
    to 172.22.217.5
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR2"
    to 172.22.217.6
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR3"
    to 172.22.217.7
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SAR8-AGREG1"
    to 172.22.217.11
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SAR8-AGREG2"
    to 172.22.217.12
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
```

```
exit
lsp "to_SAR8-AGREG3"
to 172.22.217.13
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG4"
to 172.22.217.14
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG5"
to 172.22.217.15
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
no shutdown
exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
ldp
interface-parameters
interface "to_SR12-CONC1"
exit
exit
targeted-session
peer 172.22.217.11
exit
peer 172.22.217.12
exit
peer 172.22.217.13
exit
peer 172.22.217.14
exit
peer 172.22.217.15
exit
exit
exit
exit
#-----
echo "Service Configuration"
#-----
service
```

```
customer 1 create
  description "BACKHAUL "
exit
sdp 111 mpls create
  far-end 172.22.217.1
  lsp "to_SR12-CONC1"
  keep-alive
  shutdown
  exit
  no shutdown
exit
sdp 2014 mpls create
  far-end 172.22.217.14
  lsp "to_SAR8-AGREG4"
  keep-alive
  shutdown
  exit
  no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
  interface "VRRP-RNC" create
  exit
  interface "CONC2_NODOB" create
  exit
exit
cpipe 2001 customer 1 vc-type satop-e1 create
  description "CONC1-1-AGREG4-2G STBY"
  endpoint "x" create
  exit
  endpoint "y" create
  exit
  sap aps-1.1.1.1.1 endpoint "x" create
  exit
  spoke-sdp 2014:2001 endpoint "y" create
  exit
  spoke-sdp 111:2001 endpoint "x" icb create
  exit
  spoke-sdp 111:2021 endpoint "y" icb create
  exit
  no shutdown
exit
vpls 410101 customer 1 create
  description "RNC_STBY"
  stp
  shutdown
  exit
  sap 2/2/10 create
  description "to_RNC-STBY"
  exit
  sap lag-1:10 create
  description "to_VPRN:10"
  exit
  spoke-sdp 111:410101 create
  exit
  no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
```

```

route-distinguisher 65000:1
auto-bind rsvp-te
vrf-target target:65000:2
interface "VRRP-RNC" create
  address 172.22.204.5/29
  vrrp 10
    backup 172.22.204.6
    ping-reply
    telnet-reply
    ssh-reply
    traceroute-reply
  exit
  sap lag-2:10 create
  exit
exit
interface "CONC2_NODOB" create
  address 172.22.220.9/29
  sap 2/2/7 create
    ingress
      qos 51001
    exit
    egress
      qos 51001
    exit
  exit
exit
no shutdown
exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
  bgp
    family vpn-ipv4
    group "RRs"
      family vpn-ipv4
      type internal
      local-as 65000
      neighbor 172.22.217.1
    exit
  exit
exit
exit

exit all

# Finished THU DEC 30 15:58:08 2010 UTC

```

**EQUIPO 7750 SRc – 12 DISTRIBUIDOR 1:**

```

# TiMOS-B-7.0.R11 both/hops ALCATEL SR 7710 Copyright (c) 2000-2010
Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Mon Jun 21 15:03:00 PDT 2010 by builder in
/rel7.0/b1/R11/panos/main

```

```
# Generated THU DEC 23 15:58:50 2010 UTC

exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
    system
        name "distribuidor1"
        boot-good-exec "cf3:\power.txt"
        ccm 1
        exit
        snmp
            packet-size 9216
        exit
        login-control
            ftp
                inbound-max-sessions 1
            exit
        exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
                console
                    member "administrative"
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom-xp
        mcm 1
            mcm-type mcm-xp
        exit
        mcm 3
            mcm-type mcm-xp
        exit
        mda 1
            mda-type m2-10gb-xp-xfp
            sync-e
        exit
        mda 3
            mda-type m10-1gb-xp-sfp
            sync-e
        exit
    exit
#-----
```

```
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/1
        description "to_SR12-CONC1"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
        description "to_SAR8-AGREG1"
        ethernet
            mtu 1572
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/5
        description "to_SAR8-AGREG5"
        ethernet
            mode access
            mtu 2000
            speed 100
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/10
        description "to_DISTR1_NODOB"
        ethernet
            mode access
            speed 100
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
    system
        sync-if-timing
            begin
                refl
                    source-port 1/1/1
                    no shutdown
                exit
                ref2
                    source-port 1/3/1
                    no shutdown
                exit
            commit
        exit
    exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        synchronize boot-env
    exit
#-----
```

```
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.5/32
        exit
        interface "to_SR12-CONC1"
            address 172.22.216.6/30
            port 1/1/1
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG1"
            address 172.22.216.17/30
            port 1/3/1
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        autonomous-system 65000
        router-id 172.22.217.5
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
    ospf
        traffic-engineering
        area 0.0.0.0
            interface "system"
                exit
            interface "to_SR12-CONC1"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
            interface "to_SAR8-AGREG1"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        interface "system"
```

```
        exit
        interface "to_SR12-CONC1"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG1"
        exit
    exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
        exit
        interface "to_SR12-CONC1"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG1"
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        path "p_igp"
        no shutdown
        exit
    lsp "to_SR12-CONC1"
        to 172.22.217.1
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SR12-CONC2"
        to 172.22.217.2
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DISTR2"
        to 172.22.217.6
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DISTR3"
        to 172.22.217.7
        cspf
        fast-reroute facility
```

```
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG1"
        to 172.22.217.11
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG2"
        to 172.22.217.12
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG3"
        to 172.22.217.13
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG4"
        to 172.22.217.14
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG5"
        to 172.22.217.15
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    no shutdown
exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
    ldp
        interface-parameters
```

```
        exit
        targeted-session
        exit
    exit
exit

#-----
echo "Service Configuration"
#-----
service
    customer 1 create
        description "BACKHAUL "
    exit
    sdp 17 mpls create
        description "EPIPE-AGREG5"
        far-end 172.22.217.15
        lsp "to_SAR8-AGREG5"
        path-mtu 2000
        keep-alive
        shutdown
    exit
    collect-stats
    no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
    interface "DISTR1_NODOB" create
    exit
exit
epipe 17 customer 1 create
    service-mtu 2000
    sap 1/3/5 create
    exit
    spoke-sdp 17:17 create
        collect-stats
    exit
    no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
    route-distinguisher 65000:1
    auto-bind rsvp-te
    vrf-target target:65000:2
    interface "DISTR1_NODOB" create
        address 172.22.220.17/29
        sap 1/3/10 create
            ingress
                qos 51001
            exit
            egress
                qos 51001
            exit
        exit
    exit
    no shutdown
exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
```

```
#-----
      bgp
        group "RRs"
          family vpn-ipv4
          type internal
          local-as 65000
          neighbor 172.22.217.1
          exit
        exit
      exit
    exit
```

```
exit all
```

```
# Finished THU DEC 23 15:58:51 2010 UTC
```

### EQUIPO 7750 SRc – 12 DISTRIBUIDOR 2:

```
# TiMOS-B-7.0.R11 both/hops ALCATEL SR 7710 Copyright (c) 2000-2010
Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Mon Jun 21 15:03:00 PDT 2010 by builder in
/rel7.0/bl/R11/panos/main
```

```
# Generated THU DEC 23 15:58:50 2010 UTC
```

```
exit all
configure
```

```
#-----
echo "System Configuration"
```

```
#-----
      system
        name "distribuidor2"
        boot-good-exec "cf3:\power.txt"
        ccm 1
        exit
        snmp
          packet-size 9216
        exit
        login-control
          ftp
            inbound-max-sessions 1
          exit
        exit
      exit
```

```
#-----
echo "System Security Configuration"
```

```
#-----
      system
        security
          telnet-server
          ftp-server
          user "admin"
            password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
            access console ftp
            console
```

```
                member "administrative"
            exit
        exit
    exit
exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
card 1
    card-type iom-xp
    mcm 1
        mcm-type mcm-xp
    exit
    mcm 3
        mcm-type mcm-xp
    exit
    mcm 5
        mcm-type mcm-xp
    exit
    mda 1
        mda-type m2-10gb-xp-xfp
        sync-e
    exit
    mda 3
        mda-type m10-1gb-xp-sfp
        sync-e
    exit
    mda 5
        mda-type m10-1gb-xp-sfp
        sync-e
    exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
port 1/1/1
    description "to_SR12-CONC1"
    ethernet
    exit
    no shutdown
exit
port 1/3/1
    description "to_SAR8-AGREG3"
    ethernet
        mtu 1572
    exit
    no shutdown
exit
port 1/3/10
    description "to_DISTR2_NODOB"
    ethernet
        mode access
        speed 100
        no autonegotiate
    exit
    no shutdown
exit
```

```
port 1/5/1
  description "to_SAR8-AGREG4"
  ethernet
    mtu 1572
  exit
  no shutdown
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
system
  sync-if-timing
    begin
    refl
      source-port 1/1/1
      no shutdown
    exit
    ref2
      source-port 1/3/1
      no shutdown
    exit
  commit
  exit
exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
redundancy
  synchronize boot-env
exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
qos
  sap-ingress 51001 create
    queue 1 create
      rate 21600 cir 21600
    exit
  exit
  sap-egress 51001 create
    queue 1 create
      rate 21600 cir 21600
    exit
  exit
exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
router
  interface "system"
    address 172.22.217.6/32
  exit
  interface "to_SR12-CONC1"
    address 172.22.216.10/30
    port 1/1/1
    bfd 100 receive 100 multiplier 3
  exit
```

```
interface "to_SAR8-AGREG3"
  address 172.22.216.33/30
  port 1/3/1
  bfd 100 receive 100 multiplier 3
exit
interface "to_SAR8-AGREG4"
  address 172.22.216.38/30
  port 1/5/1
  bfd 100 receive 100 multiplier 3
exit
autonomous-system 65000
router-id 172.22.217.6
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
  ospf
    traffic-engineering
    area 0.0.0.0
      interface "system"
        exit
      interface "to_SR12-CONC1"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
        exit
      interface "to_SAR8-AGREG3"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
        exit
      interface "to_SAR8-AGREG4"
        interface-type point-to-point
        bfd-enable
        exit
    exit
  exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
  mpls
    resignal-timer 30
    interface "system"
      exit
    interface "to_SR12-CONC1"
      exit
    interface "to_SAR8-AGREG3"
      exit
    interface "to_SAR8-AGREG4"
      exit
  exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
  rsvp
    interface "system"
      exit
    interface "to_SR12-CONC1"
      exit
    interface "to_SAR8-AGREG3"
```

```
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG4"
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        path "p_igp"
        no shutdown
        exit
    lsp "to_SR12-CONC1"
        to 172.22.217.1
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SR12-CONC2"
        to 172.22.217.2
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DISTR1"
        to 172.22.217.5
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DISTR3"
        to 172.22.217.7
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG1"
        to 172.22.217.11
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
```

```
exit
lsp "to_SAR8-AGREG2"
to 172.22.217.12
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG3"
to 172.22.217.13
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG4"
to 172.22.217.14
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG5"
to 172.22.217.15
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
no shutdown
exit
#-----
echo "Service Configuration"
#-----
service
customer 1 create
description "BACKHAUL "
exit
vprn 510001 customer 1 create
interface "DISTR2_NODOB" create
exit
exit
vprn 510001 customer 1 create
route-distinguisher 65000:1
auto-bind rsvp-te
vrf-target target:65000:2
interface "DISTR2_NODOB" create
address 172.22.220.25/29
sap 1/3/10 create
```

```

                ingress
                    qos 51001
                exit
            egress
                qos 51001
            exit
        exit
    exit
no shutdown
exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            family vpn-ipv4
            type internal
            local-as 65000
            neighbor 172.22.217.1
        exit
    exit
exit
exit

```

exit all

# Finished THU DEC 23 15:58:51 2010 UTC

### **EQUIPO 7750 SRc – 12 DISTRIBUIDOR 3:**

```

# TiMOS-B-7.0.R11 both/hops ALCATEL SR 7710 Copyright (c) 2000-2010
Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Mon Jun 21 15:03:00 PDT 2010 by builder in
/rel7.0/b1/R11/panos/main

```

# Generated THU DEC 23 15:58:50 2010 UTC

```

exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
    system
        name "distribuidor3"
        boot-good-exec "cf3:\power.txt"
        ccm 1
        exit
        snmp
            packet-size 9216
        exit
        login-control
            ftp
                inbound-max-sessions 1
        exit

```

```
        exit
    exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
            console
                member "administrative"
            exit
        exit
    exit
exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom-xp
        mcm 1
            mcm-type mcm-xp
        exit
        mcm 3
            mcm-type mcm-xp
        exit
        mda 1
            mda-type m2-10gb-xp-xfp
            sync-e
        exit
        mda 3
            mda-type m10-1gb-xp-sfp
            sync-e
        exit
    exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/1
        description "to_SR12-CONC2"
        ethernet
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
        description "to_SAR8-AGREG5"
        ethernet
            mtu 1572
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/10
        description "to_DISTR3_NODOB"
        ethernet
```

```
        mode access
        speed 100
        no autonegotiate
    exit
    no shutdown
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
    system
        sync-if-timing
            begin
            ref1
                source-port 1/1/1
                no shutdown
            exit
            ref2
                source-port 1/3/1
                no shutdown
            exit
            commit
        exit
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.7/32
        exit
        interface "to_SR12-CONC2"
            address 172.22.216.14/30
            port 1/1/1
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG5"
            address 172.22.216.42/30
            port 1/3/1
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        autonomous-system 65000
        router-id 172.22.217.7
```

```
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
    ospf
        traffic-engineering
        area 0.0.0.0
            interface "system"
            exit
            interface "to_SR12-CONC2"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
            interface "to_SAR8-AGREG5"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        interface "system"
        exit
        interface "to_SR12-CONC2"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG5"
        exit
    exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
        exit
        interface "to_SR12-CONC2"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG5"
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "MPLS LSP Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_SR12-CONC1"
            to 172.22.217.1
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
```

```
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SR12-CONC2"
        to 172.22.217.2
        cspf
        fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
exit
lsp "to_SRC12-DISTR1"
    to 172.22.217.5
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
exit
lsp "to_SRC12-DISTR2"
    to 172.22.217.6
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG1"
    to 172.22.217.11
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG2"
    to 172.22.217.12
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG3"
    to 172.22.217.13
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG4"
```

```
        to 172.22.217.14
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG5"
    to 172.22.217.15
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
    exit
    no shutdown
    exit
#-----
echo "Service Configuration"
#-----
    service
        customer 1 create
            description "BACKHAUL "
        exit
        vprn 510001 customer 1 create
            interface "DISTR3_NODOB" create
        exit
    exit
    vprn 510001 customer 1 create
        route-distinguisher 65000:1
        auto-bind rsvp-te
        vrf-target target:65000:2
        interface "DISTR3_NODOB" create
            address 172.22.220.33/29
            sap 1/3/10 create
                ingress
                    qos 51001
                exit
            egress
                qos 51001
            exit
        exit
    exit
    no shutdown
    exit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            family vpn-ipv4
            type internal
            local-as 65000
            neighbor 172.22.217.1
```

```
        exit
      exit
    exit
  exit

exit all

# Finished THU DEC 23 15:58:51 2010 UTC
```

### EQUIPO 7705 SAR – 8 AGREGADOR 1:

```
# TiMOS-B-3.0.R3 both/hops ALCATEL-LUCENT SAR 7705
# Copyright (c) 2000-2010 Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Tue Jul 27 17:02:49 EDT 2010 by csabuild in
/rel3.0/bl/R3/panos/main

# Generated THU DEC 30 15:54:59 2010 UTC

exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
  system
    name "agregador1"
    snmp
      packet-size 9216
    exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
  system
    security
      telnet-server
      ftp-server
      user "admin"
      password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
      access console ftp
      console
        member "administrative"
      exit
    exit
  exit
exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
  qos
    fabric-profile 10 aggregate-mode create
    aggregate-rate 1000000
  exit
exit
#-----
echo "Card Configuration"
```

```
#-----
card 1
  card-type iom-1g
  mda 1
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
      ingress
        fabric-policy 10
      exit
    exit
  access
    ingress
      fabric-policy 10
    exit
  exit
exit
mda 2
  mda-type a8-ethv2
  sync-e
  network
    ingress
      fabric-policy 10
    exit
  exit
  access
    ingress
      fabric-policy 10
    exit
  exit
exit
mda 3
  mda-type a8-ethv2
  sync-e
  network
    ingress
      fabric-policy 10
    exit
  exit
  access
    ingress
      fabric-policy 10
    exit
  exit
exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
port 1/1/7
  description "to_SAR8-AGREG2"
  ethernet
    mode network
  exit
  no shutdown
exit
port 1/2/7
```

```
        description "to_SRC12-DISTR1"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
        description "to_AGREG1_NODOB"
        ethernet
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        synchronize boot-env
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    mc-mlppp
    exit
exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.11/32
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG2"
            address 172.22.216.21/30
            port 1/1/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR1"
            address 172.22.216.18/30
            port 1/2/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        autonomous-system 65000
        router-id 172.22.217.11
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
```

```
ospf
  traffic-engineering
  area 0.0.0.0
    interface "system"
    exit
    interface "to_SAR8-AGREG2"
      interface-type point-to-point
      bfd-enable
    exit
    interface "to_SRC12-DISTR1"
      interface-type point-to-point
      bfd-enable
    exit
  exit
exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
mpls
  resignal-timer 30
  interface "system"
  exit
  interface "to_SRC12-DISTR1"
  exit
  interface "to_SAR8-AGREG2"
  exit
  path "p_igp"
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SR12-CONC1"
    to 172.22.217.1
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SR12-CONC2"
    to 172.22.217.2
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR1"
    to 172.22.217.5
    cspf
    fast-reroute facility
    exit
    primary "p_igp"
    exit
    no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR2"
```

```
        to 172.22.217.6
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DITR3"
        to 172.22.217.7
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG2"
        to 172.22.217.12
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG3"
        to 172.22.217.13
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG4"
        to 172.22.217.14
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG5"
        to 172.22.217.15
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    no shutdown
exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
```

```
#-----
    rsvp
      interface "system"
      exit
      interface "to_SAR8-AGREG2"
      exit
      interface "to_SRC12-DISTR1"
      exit
      no shutdown
    exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
    ldp
      interface-parameters
      exit
      targeted-session
        peer 172.22.217.1
        exit
        peer 172.22.217.2
        exit
      exit
    exit
  exit
#-----
echo "Service Configuration"
#-----
  service
    customer 1 create
      description "BACKHAUL"
    exit
    sdp 2001 create
      far-end 172.22.217.1
      lsp "to_SR12-CONC1"
      keep-alive
      shutdown
    exit
    no shutdown
  exit
  sdp 2002 create
    far-end 172.22.217.2
    lsp "to_SR12-CONC2"
    keep-alive
    shutdown
  exit
  no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
  interface "AGREG1_NODOB" create
  exit
exit
vprn 510001 customer 1 create
  route-distinguisher 65000:1
  auto-bind ldp
  vrf-target target:65000:2
  interface "AGREG1_NODOB" create
```

```
        address 172.22.220.41/29
        sap 1/3/1 create
            ingress
                qos 51001
            exit
            egress
                qos 51001
            exit
        exit
    spoke-sdp 2001 create
    exit
    spoke-sdp 2002 create
    exit
    no shutdown
exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            family vpn-ipv4
            local-as 65000
            peer-as 65000
            neighbor 172.22.217.1
            exit
        exit
    exit
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
    system
        sync-if-timing
            begin
            ql-selection
            ref-order ref1 ref2 external
            ref1
                source-port 1/1/7
                no shutdown
            exit
            ref2
                source-port 1/2/7
                no shutdown
            exit
            external
                input-interface
                shutdown
            exit
        exit
    commit
exit
exit
exit all
```

```
# Finished THU DEC 30 15:54:59 2010 UTC
```

**EQUIPO 7705 SAR – 8 AGREGADOR 2:**

```
# TiMOS-B-3.0.R3 both/hops ALCATEL-LUCENT SAR 7705
# Copyright (c) 2000-2010 Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Tue Jul 27 17:02:49 EDT 2010 by csabuild in
/rel3.0/b1/R3/panos/main
```

```
# Generated THU DEC 30 15:54:59 2010 UTC
```

```
exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
    system
        name "agregador2"
        snmp
            packet-size 9216
        exit
    exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
            console
                member "administrative"
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        fabric-profile 10 aggregate-mode create
        aggregate-rate 1000000
    exit
    exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom-1g
        mda 1
            mda-type a8-ethv2
            sync-e
            network
```

```
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
mda 2
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
mda 3
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/7
        description "to_SAR8-AGREG3"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/2/7
        description "to_SAR8-AGREG1"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
```

```
        description "to_AGREG2_NODOB"
        ethernet
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        synchronize boot-env
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    mc-mlppp
    exit
exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.12/32
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG3"
            address 172.22.216.25/30
            port 1/1/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG1"
            address 172.22.216.22/30
            port 1/2/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        autonomous-system 65000
        router-id 172.22.217.12
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
    ospf
        traffic-engineering
        area 0.0.0.0
            interface "system"
            exit
            interface "to_SAR8-AGREG1"
                interface-type point-to-point
```

```
        bfd-enable
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG3"
            interface-type point-to-point
            bfd-enable
        exit
    exit
exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
        resignal-timer 30
        interface "system"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG1"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG3"
        exit
        path "p_igp"
            no shutdown
        exit
        lsp "to_SR12-CONC1"
            to 172.22.217.1
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
        lsp "to_SR12-CONC2"
            to 172.22.217.2
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
        lsp "to_SRC12-DISTR1"
            to 172.22.217.5
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
        exit
        lsp "to_SRC12-DISTR2"
            to 172.22.217.6
            cspf
            fast-reroute facility
            exit
            primary "p_igp"
            exit
            no shutdown
```

```
exit
lsp "to_SRC12-DITR3"
  to 172.22.217.7
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG1"
  to 172.22.217.11
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG3"
  to 172.22.217.13
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG4"
  to 172.22.217.14
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG5"
  to 172.22.217.15
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
exit
no shutdown
exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
  rsvp
    interface "system"
    exit
    interface "to_SAR8-AGREG1"
    exit
    interface "to_SAR8-AGREG3"
```

```
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
    ldp
        interface-parameters
        exit
        targeted-session
            peer 172.22.217.1
            exit
            peer 172.22.217.2
            exit
        exit
    exit
exit

#-----
echo "Service Configuration"
#-----
    service
        customer 1 create
            description "BACKHAUL"
        exit
        sdp 2001 create
            far-end 172.22.217.1
            lsp "to_SR12-CONC1"
            keep-alive
            shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
    sdp 2002 create
        far-end 172.22.217.2
        lsp "to_SR12-CONC2"
        keep-alive
        shutdown
    exit
    no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
    interface "AGREG2_NODOB" create
    exit
exit
vprn 510001 customer 1 create
    route-distinguisher 65000:1
    auto-bind ldp
    vrf-target target:65000:2
    interface "AGREG2_NODOB" create
        address 172.22.220.49/29
        sap 1/3/1 create
            ingress
                qos 51001
            exit
            egress
                qos 51001
```

```
        exit
    exit
    exit
    spoke-sdp 2001 create
    exit
    spoke-sdp 2002 create
    exit
    no shutdown
    exit
    exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            family vpn-ipv4
            local-as 65000
            peer-as 65000
            neighbor 172.22.217.1
            exit
        exit
    exit
    exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
    system
        sync-if-timing
            begin
            ql-selection
            ref-order ref1 ref2 external
            ref1
                source-port 1/1/7
                no shutdown
            exit
            ref2
                source-port 1/2/7
                no shutdown
            exit
            external
                input-interface
                shutdown
            exit
        exit
        commit
    exit
    exit

exit all

# Finished THU DEC 30 15:54:59 2010 UTC
```

**EQUIPO 7705 SAR – 8 AGREGADOR 3:**

```
# TiMOS-B-3.0.R3 both/hops ALCATEL-LUCENT SAR 7705
# Copyright (c) 2000-2010 Alcatel-Lucent.
```

```
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Tue Jul 27 17:02:49 EDT 2010 by csabuild in
/rel3.0/b1/R3/panos/main
```

```
# Generated THU DEC 30 15:54:59 2010 UTC
```

```
exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
    system
        name "agregador3"
        snmp
            packet-size 9216
        exit
    exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
            console
                member "administrative"
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        fabric-profile 10 aggregate-mode create
            aggregate-rate 1000000
        exit
    exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom-1g
        mda 1
            mda-type a8-ethv2
            sync-e
            network
                ingress
                    fabric-policy 10
            exit
        exit
        access
            ingress
                fabric-policy 10
```

```
        exit
    exit
exit
mda 2
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
mda 3
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/7
        description "to_SRC12-DISTR2"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/2/7
        description "to_SAR8-AGREG2"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
        description "to_AGREG3_NODOB"
        ethernet
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
```

```
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        synchronize boot-env
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    mc-mlppp
    exit
exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.13/32
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR2"
            address 172.22.216.29/30
            port 1/1/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG2"
            address 172.22.216.26/30
            port 1/2/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        autonomous-system 65000
        router-id 172.22.217.13
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
    ospf
        traffic-engineering
        area 0.0.0.0
            interface "system"
                exit
            interface "to_SRC12-DISTR2"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
            interface "to_SAR8-AGREG2"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
        exit
    exit
```

```
exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
mpls
  resignal-timer 30
  interface "system"
  exit
  interface "to_SRC12-DISTR2"
  exit
  interface "to_SAR8-AGREG2"
  exit
  path "p_igp"
  no shutdown
  exit
  lsp "to_SR12-CONC1"
  to 172.22.217.1
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
  exit
  lsp "to_SR12-CONC2"
  to 172.22.217.2
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR1"
  to 172.22.217.5
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DISTR2"
  to 172.22.217.6
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
  exit
  no shutdown
  exit
  lsp "to_SRC12-DITR3"
  to 172.22.217.7
  cspf
  fast-reroute facility
  exit
  primary "p_igp"
```

```
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG1"
        to 172.22.217.11
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG2"
        to 172.22.217.12
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG4"
        to 172.22.217.14
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG5"
        to 172.22.217.15
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    no shutdown
exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR2"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG2"
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
    ldp
```

```
        interface-parameters
        exit
        targeted-session
            peer 172.22.217.1
            exit
            peer 172.22.217.2
            exit
        exit
    exit
exit

#-----
echo "Service Configuration"
#-----

service
    customer 1 create
        description "BACKHAUL"
    exit
    sdp 2001 create
        far-end 172.22.217.1
        lsp "to_SR12-CONC1"
        keep-alive
        shutdown
    exit
    no shutdown
exit
    sdp 2002 create
        far-end 172.22.217.2
        lsp "to_SR12-CONC2"
        keep-alive
        shutdown
    exit
    no shutdown
exit
    vprn 510001 customer 1 create
        interface "AGREG3_NODOB" create
        exit
exit
    vprn 510001 customer 1 create
        route-distinguisher 65000:1
        auto-bind ldp
        vrf-target target:65000:2
        interface "AGREG3_NODOB" create
            address 172.22.220.57/29
            sap 1/3/1 create
                ingress
                    qos 51001
                exit
                egress
                    qos 51001
                exit
            exit
        exit
    exit
    spoke-sdp 2001 create
    exit
    spoke-sdp 2002 create
    exit
```

```
        no shutdown
    exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
    bgp
        group "RRs"
            family vpn-ipv4
            local-as 65000
            peer-as 65000
            neighbor 172.22.217.1
        exit
    exit
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
    system
        sync-if-timing
            begin
            ql-selection
            ref-order refl ref2 external
            refl
                source-port 1/1/7
                no shutdown
            exit
            ref2
                source-port 1/2/7
                no shutdown
            exit
            external
                input-interface
                shutdown
            exit
        exit
    commit
exit
exit all

# Finished THU DEC 30 15:54:59 2010 UTC

EQUIPO 7705 SAR – 8 AGREGADOR 4:

# TiMOS-B-3.0.R3 both/hops ALCATEL-LUCENT SAR 7705
# Copyright (c) 2000-2010 Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Tue Jul 27 17:02:49 EDT 2010 by csabuild in
# /rel3.0/b1/R3/panos/main

# Generated THU DEC 30 15:56:06 2010 UTC

exit all
```

```
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
    system
        name "agregador4"
        snmp
            packet-size 9216
        exit
        login-control
            idle-timeout disable
        exit
    exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
                console
                    member "administrative"
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        fabric-profile 10 aggregate-mode create
        aggregate-rate 1000000
    exit
    exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom-1g
        mda 1
            mda-type a8-ethv2
            sync-e
            network
                ingress
                    fabric-policy 10
            exit
        exit
        access
            ingress
                fabric-policy 10
            exit
        exit
    exit
    mda 2
```

```
        mda-type a8-ethv2
        sync-e
        network
            ingress
                fabric-policy 10
            exit
        exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
mda 3
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
mda 4
    mda-type a16-chds1
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/7
        description "to_SAR8-AGREG5"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/2/7
        description "to_SRC12-DISTR2"
        ethernet
            mode network
            no autonegotiate
        exit
```

```
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
        description "to_AGREG4_NODOB"
        ethernet
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/4/1
        description "CONC1-1-2G-MAIN"
        tdm
            e1
                framing e1-unframed
                clock-source adaptive
                channel-group 1
                    encap-type cem
                    no shutdown
                exit
            no shutdown
        exit
    exit
    no shutdown
exit
port aps-1
    shutdown
    aps
    exit
    sonet-sdh
    exit
exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        synchronize boot-env
    exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 41001 create
            queue 1 create
            exit
        exit
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
    mc-mlppp
    exit
exit
```

```
#-----  
echo "Router (Network Side) Configuration"  
#-----  
router  
    interface "system"  
        address 172.22.217.14/32  
    exit  
    interface "to_SAR8-AGREG5"  
        address 172.22.216.37/30  
        port 1/1/7  
        bfd 100 receive 100 multiplier 3  
    exit  
    interface "to_SRC12-DISTR2"  
        address 172.22.216.34/30  
        port 1/2/7  
        bfd 100 receive 100 multiplier 3  
    exit  
    autonomous-system 65000  
    router-id 172.22.217.14  
#-----  
echo "OSPFv2 Configuration"  
#-----  
ospf  
    traffic-engineering  
    area 0.0.0.0  
        interface "system"  
        exit  
        interface "to_SAR8-AGREG5"  
            interface-type point-to-point  
            bfd-enable  
        exit  
        interface "to_SRC12-DISTR2"  
            interface-type point-to-point  
            bfd-enable  
        exit  
    exit  
exit  
#-----  
echo "MPLS Configuration"  
#-----  
mpls  
    resignal-timer 30  
    interface "system"  
    exit  
    interface "to_SRC12-DISTR2"  
    exit  
    interface "to_SAR8-AGREG5"  
    exit  
    path "p_igp"  
        no shutdown  
    exit  
    lsp "to_SR12-CONC1"  
        to 172.22.217.1  
        cspf  
        fast-reroute facility  
    exit  
    primary "p_igp"
```

```
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SR12-CONC2"
        to 172.22.217.2
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DISTR1"
        to 172.22.217.5
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DISTR2"
        to 172.22.217.6
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SRC12-DITR3"
        to 172.22.217.7
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG1"
        to 172.22.217.11
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG2"
        to 172.22.217.12
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
```

```
        lsp "to_SAR8-AGREG3"
          to 172.22.217.13
          cspf
          fast-reroute facility
          exit
          primary "p_igp"
          exit
          no shutdown
        exit
      lsp "to_SAR8-AGREG5"
        to 172.22.217.15
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
      exit
    no shutdown
  exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
      rsvp
        interface "system"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG5"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR2"
        exit
        no shutdown
      exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
      ldp
        interface-parameters
        exit
        targeted-session
        peer 172.22.217.1
        exit
        peer 172.22.217.2
        exit
      exit
    exit
  exit
#-----
echo "Service Configuration"
#-----
  service
    customer 1 create
      description "BACKHAUL"
    exit
  sdp 2001 create
    far-end 172.22.217.1
    lsp "to_SR12-CONC1"
```

```
        keep-alive
        shutdown
    exit
    no shutdown
exit
sdp 2002 create
    far-end 172.22.217.2
    lsp "to_SR12-CONC2"
    keep-alive
    shutdown
    exit
    no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
    interface "AGREG4_NODOB" create
    exit
exit
cpipe 501 customer 1 vc-type satop-e1 create
    description "AGREG4-CONC1 aps-1.1.1.1.1"
    endpoint "x" create
    exit
    sap 1/4/1.1 create
        ingress
        qos 41001
    exit
    exit
    spoke-sdp 2001:2014 endpoint "x" create
        precedence primary
    exit
    spoke-sdp 2002:2014 endpoint "x" create
    exit
    no shutdown
exit
vprn 510001 customer 1 create
    route-distinguisher 65000:1
    auto-bind ldp
    vrf-target target:65000:2
    interface "AGREG4_NODOB" create
        address 172.22.238.65/29
        sap 1/3/1 create
            ingress
            qos 51001
        exit
        egress
        qos 51001
    exit
    exit
    exit
    spoke-sdp 2001 create
    exit
    spoke-sdp 2002 create
    exit
    no shutdown
exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
```

```

#-----
      bgp
        group "RRs"
          family vpn-ipv4
            local-as 65000
            peer-as 65000
            neighbor 172.22.217.1
          exit
        exit
      exit
    exit

#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
      system
        sync-if-timing
          begin
            ql-selection
            ref-order ref1 ref2 external
            ref1
              source-port 1/1/7
              no shutdown
            exit
            ref2
              source-port 1/2/7
              no shutdown
            exit
            external
              input-interface
                shutdown
              exit
            exit
          commit
        exit
      exit

exit all

# Finished THU DEC 30 15:56:07 2010 UTC

```

**EQUIPO 7705 SAR – 8 AGREGADOR 5:**

```

# TiMOS-B-3.0.R3 both/hops ALCATEL-LUCENT SAR 7705
# Copyright (c) 2000-2010 Alcatel-Lucent.
# All rights reserved. All use subject to applicable license agreements.
# Built on Tue Jul 27 17:02:49 EDT 2010 by csabuild in
/rel3.0/b1/R3/panos/main

# Generated THU DEC 30 15:55:27 2010 UTC

exit all
configure
#-----
echo "System Configuration"
#-----
      system

```

```
        name "agregador5"
        snmp
            packet-size 9216
        exit
    exit
#-----
echo "System Security Configuration"
#-----
    system
        security
            telnet-server
            ftp-server
            user "admin"
                password "QOwdm.g7wSCgshK31b54bE" hash2
                access console ftp
                console
                    member "administrative"
            exit
        exit
    exit
exit
#-----
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        fabric-profile 10 aggregate-mode create
        aggregate-rate 1000000
    exit
exit
#-----
echo "Card Configuration"
#-----
    card 1
        card-type iom-1g
        mda 1
            mda-type a8-ethv2
            sync-e
            network
                ingress
                    fabric-policy 10
            exit
        exit
        access
            ingress
                fabric-policy 10
            exit
        exit
    exit
    mda 2
        mda-type a8-ethv2
        sync-e
        network
            ingress
                fabric-policy 10
            exit
        exit
    access
```

```
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
mda 3
    mda-type a8-ethv2
    sync-e
    network
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
    access
        ingress
            fabric-policy 10
        exit
    exit
exit
exit
#-----
echo "Port Configuration"
#-----
    port 1/1/7
        description "to_SRC12-DISTR3"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/2/7
        description "to_SAR8-AGREG4"
        ethernet
            mode network
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/1
        description "to_AGREG5_NODOB"
        ethernet
            no autonegotiate
        exit
        no shutdown
    exit
    port 1/3/6
        description "to_TRK-CATOLICA-PRADERA"
        ethernet
            mtu 2000
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "Redundancy Configuration"
#-----
    redundancy
        synchronize boot-env
    exit
#-----
```

```
echo "QoS Policy Configuration"
#-----
    qos
        sap-ingress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
        sap-egress 51001 create
            queue 1 create
                rate 21600 cir 21600
            exit
        exit
        mc-mlppp
        exit
    exit
#-----
echo "Router (Network Side) Configuration"
#-----
    router
        interface "system"
            address 172.22.217.15/32
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR3"
            address 172.22.216.41/30
            port 1/1/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG4"
            address 172.22.216.38/30
            port 1/2/7
            bfd 100 receive 100 multiplier 3
        exit
        autonomous-system 65000
        router-id 172.22.217.15
#-----
echo "OSPFv2 Configuration"
#-----
    ospf
        traffic-engineering
        area 0.0.0.0
            interface "system"
                exit
            interface "to_SRC12-DISTR3"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
            interface "to_SAR8-AGREG4"
                interface-type point-to-point
                bfd-enable
            exit
        exit
    exit
#-----
echo "MPLS Configuration"
#-----
    mpls
```

```
resignal-timer 30
interface "system"
exit
interface "to_SRC12-DISTR3"
exit
interface "to_SAR8-AGREG4"
exit
path "p_igp"
no shutdown
exit
lsp "to_SR12-CONC1"
to 172.22.217.1
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SR12-CONC2"
to 172.22.217.2
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SRC12-DISTR1"
to 172.22.217.5
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SRC12-DISTR2"
to 172.22.217.6
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SRC12-DISTR3"
to 172.22.217.7
cspf
fast-reroute facility
exit
primary "p_igp"
exit
no shutdown
exit
lsp "to_SAR8-AGREG1"
to 172.22.217.11
```

```
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG2"
        to 172.22.217.12
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG3"
        to 172.22.217.13
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    lsp "to_SAR8-AGREG4"
        to 172.22.217.14
        cspf
        fast-reroute facility
        exit
        primary "p_igp"
        exit
        no shutdown
    exit
    no shutdown
    exit
#-----
echo "RSVP Configuration"
#-----
    rsvp
        interface "system"
        exit
        interface "to_SRC12-DISTR3"
        exit
        interface "to_SAR8-AGREG4"
        exit
        no shutdown
    exit
#-----
echo "LDP Configuration"
#-----
    ldp
        interface-parameters
        exit
        targeted-session
            peer 172.22.217.1
        exit
```

```
        peer 172.22.217.2
        exit
    exit
exit
exit

#-----
echo "Service Configuration"
#-----
service
    customer 1 create
        description "BACKHAUL"
    exit
    customer 2 create
        description "SERVICIO EPIPE"
    exit
    sdp 17 create
        description "EPIPE-DISTR1"
        far-end 172.22.217.5
        lsp "to_SRC12-DISTR1"
        path-mtu 2000
        keep-alive
            shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
    sdp 2001 create
        far-end 172.22.217.1
        lsp "to_SR12-CONC1"
        keep-alive
            shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
    sdp 2002 create
        far-end 172.22.217.2
        lsp "to_SR12-CONC2"
        keep-alive
            shutdown
        exit
        no shutdown
    exit
    vprn 510001 customer 1 create
        interface "AGREG5_NODOB" create
        exit
    exit
    epipe 17 customer 2 create
        service-mtu 2000
        sap 1/3/6 create
        exit
        spoke-sdp 17:17 create
        exit
        no shutdown
    exit
    vprn 510001 customer 1 create
        route-distinguisher 65000:1
        auto-bind ldp
```

```
vrf-target target:65000:2
interface "AGREG5_NODOB" create
  address 172.22.220.73/29
  sap 1/3/1 create
    ingress
      qos 51001
    exit
    egress
      qos 51001
    exit
  exit
exit
spoke-sdp 2001 create
exit
spoke-sdp 2002 create
exit
no shutdown
exit
exit
#-----
echo "BGP Configuration"
#-----
  bgp
    group "RRs"
      family vpn-ipv4
      local-as 65000
      peer-as 65000
      neighbor 172.22.217.1
    exit
  exit
exit
exit
#-----
echo "System Sync-If-Timing Configuration"
#-----
  system
    sync-if-timing
      begin
      ql-selection
      ref-order ref1 ref2 external
      refl
        source-port 1/1/7
        no shutdown
      exit
      ref2
        source-port 1/2/7
        no shutdown
      exit
      external
        input-interface
          shutdown
        exit
      exit
    commit
  exit
exit
exit all
```

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **MPLS**  
Alcatel – Lucent “Multiprotocol Label Switching” Student Guide v1-3.
  
- [2] **LDP EN MPLS**  
[http://www.isrcomputing.com/knowledge-base/39-networking-tips/142-mpls-  
vpn-fundamentals-quick-reference](http://www.isrcomputing.com/knowledge-base/39-networking-tips/142-mpls-<br/>vpn-fundamentals-quick-reference)
  
- [3] **Equipos 7750 SR – 12**  
Alcatel – Lucent 7750 SR Brochure.  
Alcatel – Lucent 7750 SR Data Sheet.
  
- [4] **Equipos 7705 SAR – 8.**  
Alcatel – Lucent 7705 SAR Brochure.  
Alcatel – Lucent 7705 SAR Data Sheet.
  
- [5] **Servicios de una red IP/MPLS.**  
Alcatel – Lucent “Services Architecture” Student Guide v2-0.
  
- [6] **VPRN.**  
Alcatel – Lucent “VPRN” Student Guide v1-2
  
- [7] **VPLS**  
Alcatel – Lucent “VPLS” Student Guide v1-0.
  
- [8] **Redes Virtuales VLANs**  
<http://www.textoscientificos.com/redes/redes-virtuales>

- **[9] Carrier Class**  
Alcatel – Lucent Omniswitch 7000.
  
- **[10] ATM Y MPLS**  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/morales\\_d\\_l/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/morales_d_l/capitulo2.pdf)
  
- **[11] Metro Ethernet**  
<http://metroethernetforum.org/.../Panel%209%20Attributes%20Hawkins.ppt>
  
- **Topología de Red**  
<http://es.kioskea.net/contents/initiation/topologi.php3>  
<http://www.bloginformatico.com/topologia-de-red.php>
  
- **Redes ATM**  
[http://www.itu.int/telecom-wt99/press\\_service/information\\_for\\_the\\_press/press\\_kit/backgrounders/backgrounders/packets\\_circuits-next-es.html](http://www.itu.int/telecom-wt99/press_service/information_for_the_press/press_kit/backgrounders/backgrounders/packets_circuits-next-es.html)  
[http://www.experiencefestival.com/a/Multiprotocol\\_Label\\_Switching\\_-\\_Comparison\\_of\\_MPLS\\_versus\\_ATM/id/5312511](http://www.experiencefestival.com/a/Multiprotocol_Label_Switching_-_Comparison_of_MPLS_versus_ATM/id/5312511)
  
- **Alcatel-Lucent**  
[https://market.alcatel-lucent.com/release/jsp/sso/login.html?TYPE=33554433&REALMOID=06-a98c5133-3331-4a7d-99c3-fd9ff463c8e1&GUID=&SMAUTHREASON=0&METHOD=GET&SMAGENTNAME=\\$SM\\$TtxMhZkzKOij6pVrKemtvCb2LTnQq7B6z3RqGSru%2bK0%3d&](https://market.alcatel-lucent.com/release/jsp/sso/login.html?TYPE=33554433&REALMOID=06-a98c5133-3331-4a7d-99c3-fd9ff463c8e1&GUID=&SMAUTHREASON=0&METHOD=GET&SMAGENTNAME=$SM$TtxMhZkzKOij6pVrKemtvCb2LTnQq7B6z3RqGSru%2bK0%3d&)

TARGET=\$SM\$https%3a%2f%2fmarket%2elucent%2ecom%2frelease%2fe  
mployee%2fSPEmployeeLoginRedirectSvlt%3fSP\_PAGE\_ID%3d0

- **Alcatel-Lucent University**
  
- **Alcatel-Lucent Intranet**

## **ACTA DE ENTREGA**

El proyecto de grado “DISEÑO DE UNA RED MULTI SERVICIOS ORIENTADA A OPTIMIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS ACTUALES REDES DE TRANSPORTE DE LAS OPERADORAS TELEFÓNICAS.”, fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército.

Sangolquí, 17 de Mayo del 2011

ELABORADO POR:

---

DIEGO PAÚL DÍAZ PALACIOS

CORDINADOR DE LA CARRERA

---

ING. GONZALO OLMEDO