

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**REDES DE INFORMACIÓN INTELIGENTE PARA EL
CAMPUS DE LA UNI**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

BLANCA MARÍA SOTO VILLEGAS

**PROMOCIÓN
2005- II**

**LIMA – PERÚ
2012**

**REDES DE INFORMACIÓN INTELIGENTE PARA EL
CAMPUS DE LA UNI**

Agradezco a nuestro Padre Creador, Maestro Ardaim. A mi Madre Anna, Hermano EnoshEmim, Hija BemJisa, por su infinito Amor; a mis amados Hermanos Esenios por estar en Amor, Paz y Unión, a ustedes Queridos Hermanos por estar en la luz y ser mis guías.

SUMARIO

En la presente Tesis se evalúa y determina alternativas para implementar la Red de Información Inteligente IP MPLS en la red UNI, a partir de una red integrada por las redes de datos y telefonía; e iniciando el proceso de transición hacia las redes de servicios y aplicaciones convergentes.

En el primer capítulo se determina e identifica el problema y los alcances del estudio de investigación desarrollado.

En el segundo capítulo se explica detalladamente la tecnología IP MPLS que hará posible la transición hacia la red integrada convergente, base para el diseño de la red de información inteligente.

En el tercer capítulo se determina las necesidades de telecomunicaciones determinadas al realizar un levantamiento de información en el campo del Campus Universitario.

En el cuarto capítulo se presenta el diseño de ingeniería para la red del Campus empleando la tecnología IP MPLS.

En el quinto capítulo se detalla el presupuesto global del estudio realizado que hará posible el inicio de la migración de tecnologías de telecomunicaciones en el Campus UNI.

En el sexto capítulo se analiza los resultados obtenidos mediante aplicativos de software, cuadros estadísticos y documentación obtenida a lo largo del desarrollo de la Tesis.

Finalmente se expresa las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio, contrastado con la experiencia obtenida en Operadores Proveedores de Telecomunicaciones.

ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
PROLOGO	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Identificación y determinación del problema de Ingeniería	
¡Error! Marcador no definido.	
1.2. Formulación del problema	
¡Error! Marcador no definido.	
1.3. Importancia y alcances de la investigación	
¡Error! Marcador no definido.	
1.3.1 Importancia.-	
¡Error! Marcador no definido.	
1.3.2 Alcance.-	
¡Error! Marcador no definido.	
1.4. Limitaciones de la investigación	
¡Error! Marcador no definido.	
1.5. Propuesta de los Objetivos	
¡Error! Marcador no definido.	
1.6. Hipótesis	
¡Error! Marcador no definido.	
1.7. Variables	
¡Error! Marcador no definido.	
1.8. Diseño de la Investigación	
¡Error! Marcador no definido.	
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	

2.1 Introducción a la voz digitalizada en paquetes IP

¡Error! Marcador no definido.

2.1.1 Compresión

¡Error! Marcador no definido.

2.1.2 Multiplexación

¡Error! Marcador no definido.

2.2 Red de Información Inteligente

¡Error! Marcador no definido.

2.2.1 Primera Fase.- Integración

¡Error! Marcador no definido.

2.2.2 Segunda Fase.- Servicios Integrados

¡Error! Marcador no definido.

2.2.3 Tercera Fase. - AON

¡Error! Marcador no definido.

2.3 Tecnología MPLS.

¡Error! Marcador no definido.

2.3.1 ¿Qué es MPLS?

¡Error! Marcador no definido.

2.3.2 Red IP convencional

¡Error! Marcador no definido.

2.3.3 Limitaciones del enrutamiento tradicional.-

¡Error! Marcador no definido.

- 2.4 Arquitectura de MPLS**
¡Error! Marcador no definido.
- 2.5 Componentes de una Red MPLS**
¡Error! Marcador no definido.
- 2.6 Modo de Operación de una Red MPLS**
¡Error! Marcador no definido.
- 2.7 Aplicaciones de MPLS – Modo Frame**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.1 Enrutamiento IP Unicast**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.2 Enrutamiento IP Multicast**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.3 Ingeniería de Tráfico (TE)**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.4 Calidad de Servicios**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.7.5 Redes Privadas Virtuales (VPN)**
¡Error! Marcador no definido.
- 2.8 Operación MPLS**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.8.1 Protocolos de Enrutamiento Interiores (IGP)**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.8.2 Protocolo de Enrutamiento Interior (IGP)**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.8.3 Función del protocolo de enrutamiento**
¡Error! Marcador no definido.
- 2.9 Convergencia en una Red MPLS**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.9.1 Tiempo de convergencia**
¡Error! Marcador no definido.
 - 2.9.2 Reacción ante fallas en la red**
¡Error! Marcador no definido.

2.10 Aplicaciones de MPLS – Modo VPN

¡Error! Marcador no definido.

2.10.1 Red Privada Virtual (VPN)

¡Error! Marcador no definido.

2.10.1.1 Overlay VPN

¡Error! Marcador no definido.

2.10.1.2 Peer to Peer VPN

¡Error! Marcador no definido.

2.11 Solución MPLS-VPN

¡Error! Marcador no definido.

2.11.1 Arquitectura MPLS-VPN

¡Error! Marcador no definido.

2.11.2 Enrutador Virtual

¡Error! Marcador no definido.

2.11.3 Asignación de interfaces

¡Error! Marcador no definido.

2.11.4 Enrutamiento entre CPE y PE

¡Error! Marcador no definido.

2.11.5 Enrutamiento entre PE

¡Error! Marcador no definido.

2.11.6 Route Distinguisher

¡Error! Marcador no definido.

2.11.7 Etiquetado de paquetes IP

¡Error! Marcador no definido.

2.11.8 Pila de etiquetas

¡Error! Marcador no definido.

2.11.9 Etiqueta exterior

¡Error! Marcador no definido.

2.11.10 Etiqueta interior

¡Error! Marcador no definido.

2.11.11 Transporte de paquete IP por VPN

¡Error! Marcador no definido.

2.12 Ingeniería de Tráfico MPLS-TE Túneles LSP

¡Error! Marcador no definido.

2.12.1 Protocolos utilizados para generar túneles

¡Error! Marcador no definido.

2.13 MPLS-TE necesita IGP

¡Error! Marcador no definido.

2.14 Soluciones MPLS

¡Error! Marcador no definido.

2.14.1 Redes de TV por Cable

¡Error! Marcador no definido.

2.15 Telefonía VoIP

¡Error! Marcador no definido.

2.15.1 Conceptos generales del marco teórico. Antecedentes

¡Error! Marcador no definido.

2.16 Redes de Fibra Óptica

¡Error! Marcador no definido.

2.16.1 Arquitecturas de Sistema

¡Error! Marcador no definido.

2.16.1.1 Enlaces Punto a Punto

¡Error! Marcador no definido.

2.16.1.2 Redes de la Difusión y de Distribución

¡Error! Marcador no definido.

2.17 Redes de Área Local (LAN)

¡Error! Marcador no definido.

2.18 Redes WAN

¡Error! Marcador no definido.

2.19 Redes MAN

¡Error! Marcador no definido.

2.20 Redes SAN (Storage Área Network)

¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO III

DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE TELECOMUNICACIONES PARA EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

3.1. Descripción del Campus UNI

¡Error! Marcador no definido.

3.2. Cuantificación de los servicios

¡Error! Marcador no definido.

3.2.1. Conceptos de calidad servicio

¡Error! Marcador no definido.

3.2.1.1 Servicio de telefonía

59

3.2.2. Red de Datos

¡Error! Marcador no definido.

3.2.3. Red de Voz

¡Error! Marcador no definido.

3.3. Limitaciones en las redes de datos y telefonía.

¡Error! Marcador no definido.

3.4 Necesidades del proyecto para migrar a una red integrada inteligente.

¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO IV

INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1. Arquitectura de la red de información inteligente

¡Error! Marcador no definido.

4.2 Diseño de la Red IP MPLS en el Campus

¡Error! Marcador no definido.

4.3 Topología del Diseño de Red

¡Error! Marcador no definido.

4.4 Propuestas Técnicas Evaluadas

¡Error! Marcador no definido.

4.5 Especificaciones técnicas de equipamiento

¡Error! Marcador no definido.

4.6 Alcance Técnico de la Propuesta del Sistema de Telefonía

¡Error! Marcador no definido.

4.7. Propuesta alternativa para la Red Inalámbrica

¡Error! Marcador no definido.

4.8 Cronograma de implementación-Red de Información Inteligente del Campus UNI.

¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

5.1 Costos de Equipamiento e Instalación

¡Error! Marcador no definido.

5.1.1 Propuesta 1

87

5.1.2 Propuesta 2

88

5.2 Presupuesto Global

¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO VI

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS

6.1 Recolección de la Información. Verificación. Consistencia de datos

¡Error! Marcador no definido.

6.1.1 Arquitectura de la Red

¡Error! Marcador no definido.

6.1.2 Infraestructura de Red de Fibra Óptica.

¡Error! Marcador no definido.

6.1.3 Situación Actual

¡Error! Marcador no definido.

6.1.4 Tecnología de la Red

¡Error! Marcador no definido.

6.2 Análisis e interpretación de resultados

¡Error! Marcador no definido.

6.2.1 Determinación y distribución de usuarios en el Campus UNI.

¡Error! Marcador no definido.

6.2.2 Determinación y distribución del tráfico a usar

¡Error! Marcador no definido.

6.3 Características de la demanda de servicios

¡Error! Marcador no definido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

¡Error! Marcador no definido.

Conclusiones

¡Error! Marcador no definido.

Recomendaciones

¡Error! Marcador no definido.

ANEXOS**ANEXO A**

A.1. De la propuesta 1: Equipos del Backbone Core IP MPLS ¡Error!

Marcador no definido.

A.2. De la propuesta 2: Tarifarios de Telefonía¡Error!

Marcador no definido.

ANEXO B

Levantamiento de información del Campus UNI 112

ANEXO C

Glosario de términos ¡Error!

Marcador no definido.

BIBLIOGRAFÍA ¡Error!

Marcador no definido.

PROLOGO

El presente trabajo pretende demostrar que en el diseño de la Red de la Universidad Nacional de Ingeniería se empleará recursos y protocolos IP MPLS (Multi Protocol Label Switching) en el Backbone Core UNI, integrando la red de voz a la red de datos existente, integrando adicionalmente una red de video; a través de equipos de networking con IOS que soporten los protocolos IP MPLS, de manera que se logre administrar el flujo de tráfico de voz, datos y video convenientemente según los requerimientos actuales del Campus Universitario UNI y consecuentemente cumplir con una de las misiones de la Universidad Nacional de Ingeniería, el ser líder competitivo en la Red de Universidades Estatales en el campo de Telecomunicaciones de nuestro País y en perspectiva de Latino América.

Los operadores que lideran el mercado peruano, han invertido varios millones de dólares en la implementación de IP MPLS sobre ATM en sus respectivas redes de telecomunicaciones, actualmente un 90% de servicios ofertados por las mismas se canalizan a través de sus Redes Backbone MPLS; la mayoría de soluciones a medida están dirigidas fundamentalmente al mundo corporativo elite empresarial.

Hoy en día la Universidad Nacional de Ingeniería concentra y representa a varias instituciones que brindan diferentes servicios a un usuario final; resultando importante el concepto de Calidad de Servicio en la red IP MPLS, integrador de sistemas de redes de datos, voz y vídeo, beneficiando también a la Unidad de Desarrollo de Sistemas, mediante el desarrollo de plataformas de Aplicaciones, para el Campus de la UNI en conjunto.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema de Ingeniería

...El Campus de la UNI mantiene actualmente un sistema de datos con un ancho de banda contratado de 200 Mbps y un sistema de telefonía análoga, ambos funcionando de manera independiente en redes paralelas. La tecnología empleada en la red LAN es Ethernet.

La central de telefonía análoga del sistema de telefonía posee una capacidad de administración para 600 anexos que en este momento se encuentra funcionando al 90%, surgiendo la necesidad de la contratación de nuevas líneas dedicadas de telefonía convencional análoga para que funcionen inclusive como anexos compartidos, con igual numeración aprovechando el tendido de cableado de cobre instalado en el Campus Universitario.

El Campus de la UNI mantiene actualmente un sistema de datos con un ancho de banda contratado de 200 Mbps y un sistema de telefonía análoga, ambos funcionando de manera independiente en redes paralelas. La tecnología empleada en la red LAN es Ethernet.

La central de telefonía análoga del sistema de telefonía posee una capacidad de administración para 600 anexos que en este momento se encuentra funcionando al 90%, surgiendo la necesidad de la contratación de nuevas líneas dedicadas de telefonía convencional análoga para que funcionen inclusive como anexos compartidos, con igual numeración aprovechando el tendido de cableado de cobre instalado en el Campus Universitario.

1.2 Formulación del problema?

¿Cómo implementar una Red Inteligente de Información, integrando las redes datos y telefonía a partir de las redes paralelas de datos y telefonía en el Campus UNI?

La integración de ambas redes es el primer paso, desde el nivel de capa Física pasando por la capa de transporte e implementación de servicios hasta la capa de Aplicaciones; diseñando la topología tipo IP MPLS en el Backbone Core de la red LAN del Campus UNI.

1.3 Importancia y alcances de la investigación

1.3.1 Importancia.-

Nuevas tendencias tecnológicas en Telecomunicaciones implementadas por los ISPⁱ en el mercado actual, como IP MPLS hacen posible que las redes empresariales migren del modelo jerárquico tradicional, basado en tres capas de Acceso, Distribución y Core ya sea para la WAN, VPN o para un desarrollo basado en un tipo de solución wireless; orientándose al modelo de Red de Información Inteligente IIN (Intelligent Information Network), de manera que las redes convergentes o integradas de telefonía, datos y video, tengan la oportunidad de operar en la denominada Cloud Computing, que consiste en la prestación de tecnologías de información como servicios a través de una nube de internet.

1.3.2 Alcance

...Se realiza un estudio para evaluar modernas tecnologías de telecomunicaciones y ver su aplicabilidad a las necesidades y misión de la universidad ofreciendo tecnologías de información de última generación que operan en torno a LTEⁱⁱ o 4Gⁱⁱⁱ para modernizar y optimizar la enseñanza para la formación profesional en la Universidad Nacional de Ingeniería.

La prestación de tecnologías como servicios (Cloud Computing), específicamente la tecnología VoIP como servicio integrado a la red de datos, accediendo a la telefonía IP sin la necesidad de adquirir equipos y accesorios e inclusive teléfonos, con la posibilidad de acceder a otras aplicaciones como la virtualización, escalabilidad, disponibilidad, Infraestructura como servicio IASS.

En consecuencia a la implementación tecnológica en telecomunicaciones se desarrollará:

- Aulas virtuales que permitirán interactuar con el mundo globalizado moderno, empleando aplicaciones integradas.
- Gestión y administración funcional y efectiva reinvertiendo el tiempo ahorrado en el desarrollo de proyectos postergados.
- Ahorro de costos en la integración de servicios y aplicaciones.

ⁱ Internet Server Provider

ⁱⁱ Long Term Evolution

ⁱⁱⁱ Cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil

- Liderazgo como Universidad Nacional de Ingeniería.

1.4. Limitaciones de la investigación

El levantamiento de información de las redes de datos y telefonía tuvo algunas limitaciones que se lograron superar. El acceso a las redes de transporte de datos y telefonía, tuvo lugar luego de un prolongado proceso de trámite documentario.

Las mediciones de tráfico se hicieron de parte del operador, verificando los diversos tráficos en las diferentes dependencias del campus universitario.

Considero la principal limitación, el factor tiempo invertido en el desarrollo de la tesis, sin embargo ha sido motivo para actualizar constantemente la información plasmada en la presente tesis.

1.5. Propuesta de los Objetivos

1.5.1 Objetivos Generales

Realizar un estudio que permita adaptar a la Universidad Nacional de Ingeniería de un sistema de telecomunicaciones integrado (datos, voz y video) IP/MPLS que facilite desarrollar la calidad de servicio en la gestión de la Universidad Nacional de Ingeniería en los aspectos educativos y administrativos.

1.5.2 Objetivos Específicos

Analizar los registros de tráfico de las redes de datos y telefonía del Campus UNI
Realizar una proyección de la distribución del ancho de banda en base a los consumos promedio actuales.

1.6. Hipótesis

Al operar las redes de datos y telefonía IP en una plataforma convergente IP/MPLS, con características de una Red de Información Inteligente se denotará beneficios en la operatividad de la red, flexibilidad de costos y por consiguiente competitividad institucional.

1.7. Variables

Variable dependiente.- Red de telecomunicaciones integrada de datos y telefonía IP del Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Variable independiente.- Red de telefonía IP.

1.8. Diseño de la Investigación

¿Qué es un experimento? El término “experimento” puede tener al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “tomar una acción” y después observar las consecuencias La acepción particular, más armónica con un sentido científico del término,

se refiere a “un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control. Si tomamos la acepción general del término “experimento”, los preexperimentos podrían considerarse experimentos, ya que “toman una acción² y miden sus efectos.

De acuerdo a los diseños de investigación educativa, el diseño de investigación es experimental de clase pre experimental, perteneciente a la sub clase de un grupo solo después, cuyo diagrama es X O, donde X representa el experimento o aplicación de la variable experimental (independiente) y O representa la observación de los resultados de aplicar X.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción a la voz digitalizada en paquetes IP

2.1.1 Compresión

Cuando una señal de voz se digitaliza a 8000 muestras/segundo, la mayoría de la información digital es redundante. Es decir, la información transportada por cualquier muestra es en gran parte duplicada por muestras vecinas. Decenas de algoritmos DSP se han desarrollado para convertir las señales de voz digitalizadas en flujos de datos que requieren menos bits/segundo. Estos se llaman algoritmos de compresión de datos. En contraste los algoritmos de descompresión se utilizan para restaurar la señal a su forma original. Estos algoritmos varían en la cantidad de compresión lograda y la calidad del sonido resultante. En general, la reducción de la tasa de datos de 64 kilobits/segundo a 32 kilobits/segundo resulta sin pérdida de calidad de sonido. Cuando se comprime a una velocidad de datos de 8 kilobits/segundo, el sonido es notablemente más afectado, pero aún utilizable para redes de larga distancia telefónica. La compresión de más alta calidad alcanza aproximadamente 2 kilobits/segundo, lo que resulta en un sonido que está muy distorsionado, pero utilizable para algunas aplicaciones como las comunicaciones militares y submarinas.

2.1.2 Multiplexación

Hay aproximadamente mil millones de teléfonos en el mundo. Al presionar algunos botones, las redes de conmutación permiten la conexión entre uno y otro en sólo algunos segundos. La inmensidad de esta tarea es increíble. Hasta la década de 1960, una conexión entre dos teléfonos requería que las señales de voz analógica pasen a través de interruptores mecánicos y de amplificadores. Hoy en día una conexión requiere de un par de cables. En comparación, el DSP convierte las señales de audio en un flujo de una serie de datos digitales. Puesto que los bits pueden ser fácilmente entrelazados y separarse después, muchas conversaciones telefónicas se pueden transmitir en un solo canal. Por ejemplo, un teléfono

estándar conocido como el sistema T-portador al mismo tiempo puede transmitir 24 señales de voz. Cada señal de voz se muestrea 8.000 veces por segundo con un archivo comprimido (logarítmica) de 8 bits companded analógico a digital. Esto da lugar a cada señal de voz que se representa como 64.000 bits/segundo, y todos los 24 canales que se están contenidos en 1,544 megabits/segundo Esta señal se puede transmitir unos 6000 pies utilizando las líneas telefónicas normales, de alambre de cobre calibre 22, a una distancia típica de interconexión. La ventaja financiera de la transmisión digital es enorme. Interruptores de cable analógicos son caros; los equipos lógicos digitales son baratos.

Ecos de control son un problema grave en conexiones de larga distancia telefónica. Cuando habla por teléfono, una señal que representa de su voz en el receptor de enlace, donde una parte de ella regresa como un eco. Si la conexión se encuentra a unos cientos de kilómetros, el tiempo transcurrido para recibir el eco es sólo de unos pocos milisegundos.

El oído humano está acostumbrado a oír ecos de estos retrasos de poca monta, y la conexión parece muy normal. A medida que la distancia se hace más grande el eco se vuelve cada vez más evidente e irritante. El retraso puede ser de varios cientos de milisegundos para las comunicaciones intercontinentales, y es la particularidad objetable. Procesamiento Digital de Señales ataques de este tipo de problemas mediante la medición de la señal de retorno y la generación de una adecuada anti señal para cancelar el eco. Esta misma técnica permite a los usuarios del altavoz poder escuchar y hablar al mismo tiempo sin pelear, retroalimentación de audio (gritando). También se puede utilizar para reducir el ruido ambiental mediante la cancelación con anti-ruido generados digitalmente.

La VoIP requiere el tipo de red full mesh (malla completa), ya que la transmisión de una llamada es peer-to-peer (teléfono a teléfono) y no se realiza a través de un switch (interruptor), haciendo que MPLS, VPLS y Metro Ethernet resulten convenientes y rentables en soluciones del tipo de tráfico VoIP.

Multi-Protocol Label Switching (MPLS) es una función de red que se ofrece como un servicio, pero también es una tecnología que una empresa o Campus Universitario podría instalar en sus propios routers (ruteadores). MPLS ofrece un mecanismo para que las redes IP puedan definir los servicios de circuitos virtuales en una conexión de malla que también mejora la seguridad. La empresa o Campus Universitario puede asignar el tráfico a múltiples niveles (4 ó 5) de calidad de servicio y también podría solicitar diferentes garantías de rendimiento, de latencia de red (delay), de jitter y pérdida de paquetes. La empresa operadora

proveedora de la red Voice over IP (voz sobre el protocolo de internet) está conectado al servicio MPLS a través de líneas de acceso local (T1 o Frame Relay).

MPLS ofrece una arquitectura de malla completa y tiene dos beneficios claves para la mayoría de las empresas. La arquitectura de malla mejora el rendimiento de sitio a sitio e impone menos cargas en lugares remotos. El mallado de la red y la incorporación de nodos siguientes son funciones automáticas de tecnología de "menor conexión".

2.2 Red de Información Inteligente

La visión de la tecnología ofrece un enfoque evolutivo que consta de tres fases en las que se puede agregar funciones a la infraestructura como sea necesario:

Funcionalidades se puede agregar a la infraestructura de red existente según se requiere en tres fases:

2.2.1 Primera Fase.- Integración

Todo transporte de datos, voz y vídeo - **consolida** en una red IP de convergencia segura, integrando datos, voz y vídeo a través de un solo transporte y basado en estándares de red modular, las organizaciones pueden simplificar su red de gestión corporativa y convertirla en una red eficiente. Con la convergencia de las redes también se sientan las bases para una nueva clase de IP- que habilita las solicitudes entregadas mediante soluciones de comunicaciones IP- de una arquitectura que podría ser Cisco.

Sin embargo, estudios recientes revelan que *la principal razón para adoptar las comunicaciones IP no es un ahorro de costos; más bien es la capacidad para desplegar nuevas aplicaciones que transformen las comunicaciones y lograr una ventaja competitiva*^{iv}.

2.2.2 Segunda Fase.- Servicios Integrados

Cuando la infraestructura de la red es convergente, los recursos de TI pueden agruparse y compartir o "virtualizar" para abordar con flexibilidad las necesidades cambiantes de la organización. Los servicios integrados ayudan a unificar los elementos comunes tales como el almacenamiento y la capacidad del centro de datos de servidores. Al ampliar las capacidades de virtualización de los servidores, del almacenamiento y de los elementos de red; la organización (Campus Universitario) transparentemente, puede utilizar todos sus recursos de manera mucho más eficiente. Las gestiones académicas y comerciales también se ven beneficiadas porque comparten recursos a través de la Red de Información Inteligente, compartiendo servicios en caso de alguna falla en sistemas locales.

^{iv} Fuentes: Sage Research, IPC Productivity Report, March 2005)

2.2.3 Tercera Fase. - AON

Orientada a aplicaciones de redes (AON), por ejemplo la tecnología Cisco ha ingresado a la tercera fase de la construcción de la Red de Información Inteligente.

Cisco AON permite a la red simplificar la infraestructura de aplicaciones mediante la integración de aplicaciones inteligentes en el manejo de mensajes, optimización y seguridad en la actual red. Esta integración proporciona la transparencia de la información y agilidad en la organización necesaria para tener éxito con el actual ritmo rápido del entorno empresarial.

La integración de los recursos en red y recursos de información: Las redes modernas con servicios integrados de voz, video y datos permiten a los departamentos de enlace la infraestructura de TI más estrechamente con la red de información. Inteligencia a través de múltiples productos y capas de la infraestructura: El sistema inteligente integrado en cada componente de la red extiende a redes amplias y es aplicable de extremo a extremo. La participación activa de la red en la prestación de servicios y aplicaciones: Con inteligencia adicional en los dispositivos de red, el IIN permite a la red gestionar de forma activa, monitorear y optimizar la prestación de servicios y aplicaciones en el entorno de toda la empresa. Con estas características, el IIN ofrece mucho más que conectividad básica, ancho de banda para los usuarios, y el acceso a las aplicaciones. El IIN ofrece de extremo a extremo la funcionalidad de un control centralizado y unificado que promueve la transparencia y la agilidad empresarial real. La visión del IIN ofrece un enfoque evolutivo. Cisco SONA marco se basa en la premisa de que la red es el elemento común que conecta y habilita todos los componentes de la infraestructura de TI. La figura 2.1 muestra las tres capas del IIN:

- a. **La capa de infraestructura:** La capa de infraestructura de red interconecta todos los recursos de TI en una base de red convergente. Los recursos de TI incluyen servidores, almacenamiento, y los clientes. La capa de infraestructura de red es una representación de cómo estos recursos existen en diferentes lugares de la red, incluyendo campus, sucursal, centro de datos, WAN, redes de área metropolitana (MAN), y los lugares tele trabajador. La capa de infraestructura proporciona a los clientes conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento.
- b. **La capa de servicios interactivos:** La capa de servicios interactivos proporciona asignación eficiente de los recursos para aplicaciones y procesos empresariales a través de la infraestructura de red. Esta capa incluye los siguientes servicios:
 - Voz y servicios de colaboración

- Servicios de movilidad
 - Seguridad y servicios de identidad
 - Servicios de almacenamiento servicios informáticos
 - Servicios de aplicación de red de virtualización de la infraestructura
 - Servicios de Administración
 - Gestión adaptativa de servicios
- c. **La capa de aplicación:** La capa de aplicación incluye las aplicaciones de negocio y aplicaciones de colaboración. El objetivo para los clientes de esta capa es satisfacer las necesidades de negocio y lograr eficiencias mediante el aprovechamiento de la capa de servicios interactivos.

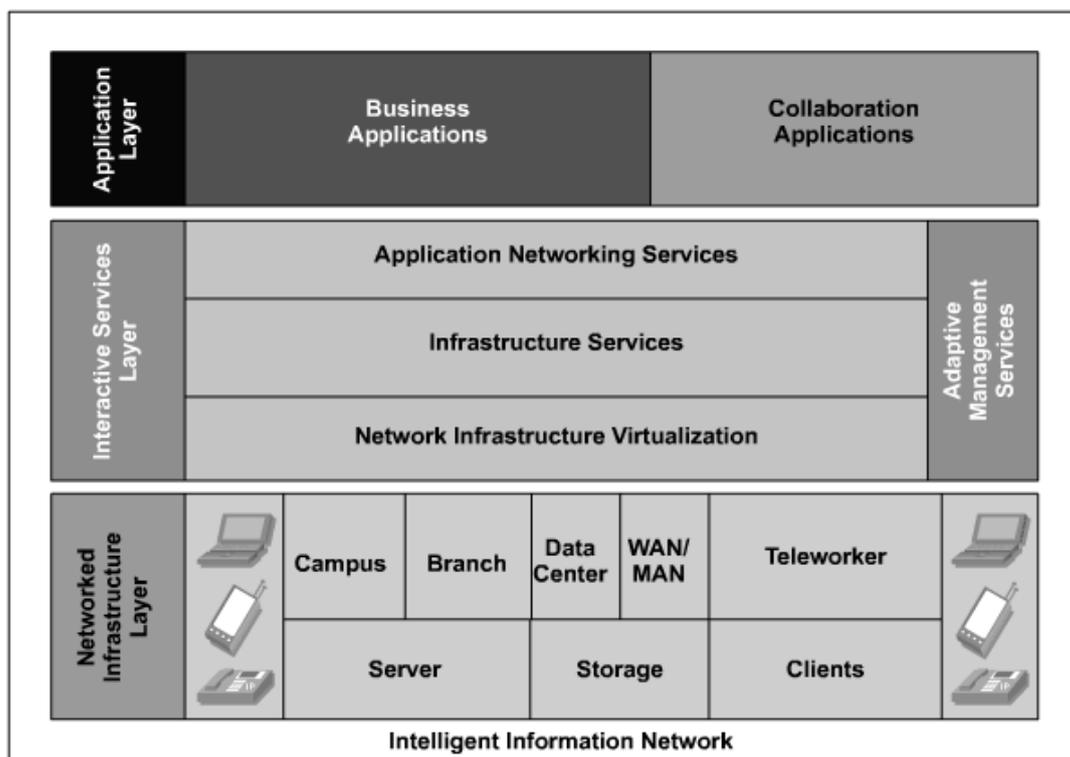


Fig. 2.1 Capas de la red de servicios inteligente

2.2.4 Beneficios de la Red Inteligente del Información

El desempeño de las redes está evolucionando cada día. La red inteligente del mañana ofrecerá mucho más que una conectividad básica, ancho de banda para los usuarios, y el acceso a las aplicaciones. La red inteligente ofrece el tipo de funcionalidad de punto a punto y un control centralizado y unificado que promueva la transparencia empresarial real y versátil.

La inteligencia activa dentro de la red está en la actualidad proporcionando a las organizaciones beneficios como el sistema en toda la red de seguridad, una implementación

más rápida de servicios y aplicaciones, eficiente uso de recursos informáticos, disminución de la complejidad y reducción del costo total de propiedad. Con la integración de procesos empresariales, aplicaciones en la red, las organizaciones son capaces de recoger y compartir datos en cualquier momento y en cualquier lugar, ya sea externa la información de los usuarios y clientes o datos internos a través de funciones de negocios, grupos de productos o geográficas. La red de información inteligente permitirá a las organizaciones de TI actuar rápido y eficazmente sobre dicha información, al agregar, eliminar o cambiar los procesos en la empresa u organización para adaptarse a las nuevas condiciones de mercado.

2.3 Tecnología MPLS.

Antecedentes de MPLS

MPLS tuvo su origen en una tecnología de Conmutación de Etiquetas (Tag Switching) desarrollada por la compañía Ipsilon.

En los inicios su principal objetivo era transportar IP sobre ATM de una manera sencilla, existían dos ideas clave:

- Δ Una era que no existe razón para que un conmutador ATM no pueda tener un enrutador dentro, (o la funcionalidad de un enrutador dentro del conmutador ATM)
- Δ La otra idea era que una vez que se tiene un enrutador por encima del conmutador ATM, es posible utilizar el enrutamiento dinámico de IP para iniciar circuitos virtuales (VC), o para configurar la ruta

En otras palabras, en lugar de utilizar software de gestión, o configuración manual, o incluso el enrutamiento de ATM, (PNNI), para configurar un circuito, el enrutamiento dinámico IP debe controlar la creación de circuitos.

2.3.1 ¿Qué es MPLS?

MPLS es la tecnología que toma lo mejor de las redes de datos tradicionales; encamina los paquetes de usuario a la velocidad de las redes conmutadas (nivel 2), como Frame Relay y ATM y tiene la inteligencia de las redes enrutadas (nivel 3) para la elección dinámica de las mejores trayectorias en la red. MPLS son las siglas de Multi Protocol Label Switching (Conmutación de Etiquetas Multi Protocolo). Se le llama Multi Protocolo porque tiene la capacidad para transportar distintos protocolos de nivel 2 y 3, aunque MPLS centra su interés en el transporte del tráfico IP.

MPLS es la tecnología que proporciona a protocolos no orientados a la conexión, como IP, las ventajas y la rapidez de conmutación de las redes orientadas a la conexión.

Definición.-

Los documentos de la IETF ubican a MPLS en el nivel 2 1/2 del modelo OSI ya que sus funciones se llevan a cabo entre el nivel 2 y 3.

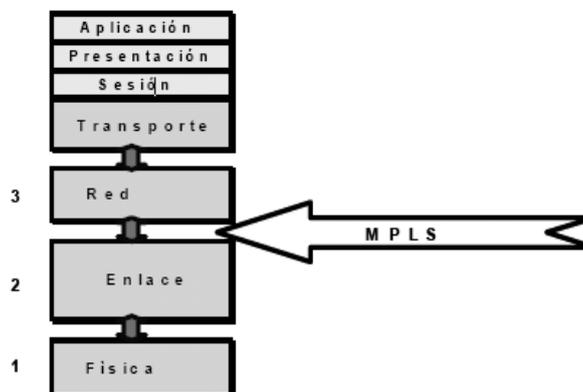


Fig. 2.2 Enrutamiento Tradicional

Normalmente, para cualquier paquete IP, el proceso de enrutamiento en cada dispositivo de nivel 3 analiza la dirección IP de destino, contenida en el encabezado del nivel de red a medida que el paquete se desplaza desde su origen hacia su destino final.

Cada enrutador en el camino analiza la dirección IP de destino de modo independiente en cada salto en la red. La base de datos (tabla de enrutamiento) utilizada para tomar la decisión de enrutamiento se construye mediante protocolos de enrutamiento dinámicos, como OSPF o bien utilizando rutas estáticas definidas por el operador de la red.

2.3.2 Red IP convencional

Una red IP convencional se construye utilizando diversas tecnologías; en la parte de acceso los usuarios finales se conectan utilizando redes LAN Ethernet, estos segmentos se entrelazan mediante enrutadores los cuales se conectan entre sí utilizando diversos tipos de enlaces WAN, como líneas dedicadas, líneas conmutadas o bien a través de circuitos virtuales ATM o Frame Relay, esto se muestra en la figura 2.3

Cada dispositivo que participa en la red se encuentra identificado mediante una dirección IP incluyendo los puertos o interfaces de un enrutador, por definición los puertos de un dispositivo de nivel 3 deben tener configuradas direcciones IP pertenecientes a distintos segmentos de la red. Las direcciones IP se agrupan en direcciones de red o subred.

Proceso de Enrutamiento.-

Los enrutadores son los dispositivos que ejecutan el proceso de decisión para seleccionar la ruta que toma un paquete. Estos dispositivos de nivel de red participan en la captación y

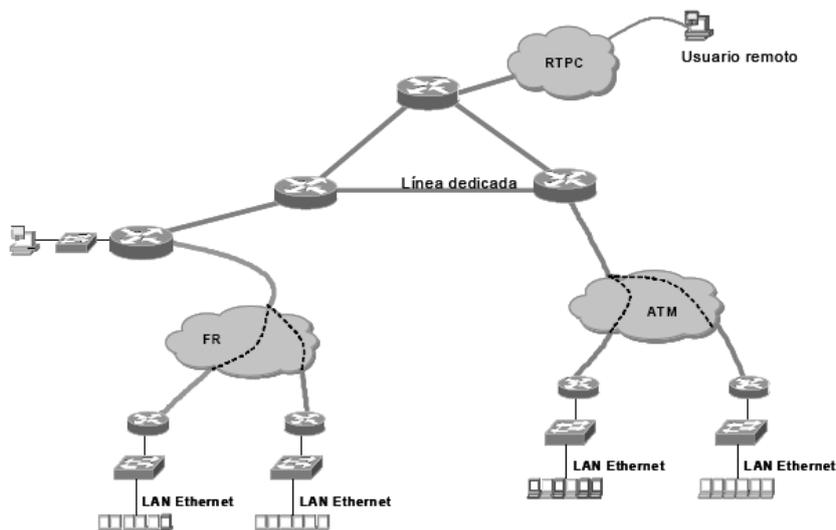


Fig. 2.3 Red IP Convencional

distribución de información y ejecutan el enrutamiento basándose en la dirección IP de destino del encabezado de cada paquete.

2.3.3 Limitaciones del enrutamiento tradicional.-

Con el envío convencional de paquetes IP, cualquier cambio en la información que controla el envío de paquetes se comunica todos los dispositivos dentro del dominio de enrutamiento. Este cambio siempre implica un período de convergencia además del consumo de los recursos de la red.

En síntesis

Lo anterior se puede resumir en los siguientes puntos:

- Todos los enrutadores en la red requieren correr algún protocolo de enrutamiento para tener información de enrutamiento completa.
- Los enrutadores realizan su decisión de reenvío basados solo en la dirección de destino.
- Cada enrutador en el trayecto debe revisar su tabla de enrutamiento para cada paquete enrutado.

La Conmutación en redes nivel 2.- El proceso de conmutación de nivel 2 se efectúa de acuerdo a información preestablecida durante la creación de los Circuitos Virtuales Permanentes (PVC).

Limitaciones de conmutación nivel 2

- Su rigidez, una vez establecidos los PVC estos permanecen hasta que el operador de la red los remueve

- No reacciona a cambios en la red, si un enlace falla, el tráfico no se reenvía por algún camino alternativo
- No es capaz de tomar decisiones, la inteligencia reside en la gestión de la red
- Los PVC son creados y removidos de forma manual
- Mantener conectividad entre todos los dispositivos de un cliente requiere una malla completa

2.4 Arquitectura de MPLS

La arquitectura MPLS divide claramente la parte de control y la parte de reenvío de los paquetes de datos, esta separación permite de manera sencilla la implementación de diversas aplicaciones de MPLS con solo modificar la parte de control.

La topología MPLS

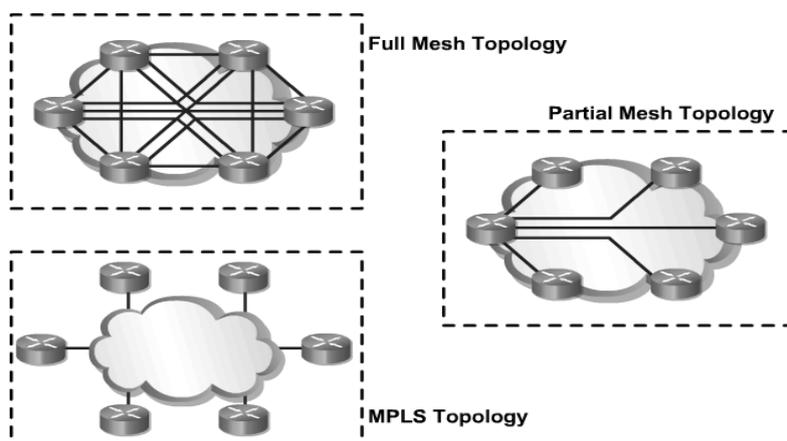


Fig. 2.4 La arquitectura se divide en tres planos separados:

a.- Plano de Administración.-Encargado de ejecutar los procesos relacionados al acceso del dispositivo, mediante telnet, SSH, etc.

b.- Plano de Control.-Responsable de la creación y mantenimiento de la información de envío de etiquetas entre un grupo de conmutadores de etiquetas interconectados. Se compone de tres bloques funcionales:

Protocolos de enrutamiento, encargados de intercambiar y mantener la información de enrutamiento.

Tabla de enrutamiento, base de datos en donde se encuentra la información de enrutamiento en la cual se basa la asignación de etiquetas.

Tabla de información de etiquetas, base de datos que contiene las etiquetas asignadas que posteriormente se intercambian

c. - **Plano de Datos.**-E El Plano de Datos se compone de un par de bases de datos calculadas y mantenidas de acuerdo a la información proporcionada por el Plano de Control:

- **Tabla de Envío rápido de IP**, en esta tabla se encuentra la información necesaria para efectuar un reenvío rápido de los paquetes IP recibidos y en caso de ser necesario asignarles una etiqueta MPLS (FIB)
- **Tabla de Envío MPLS**, esta tabla contiene la información necesaria para conmutar rápidamente paquetes etiquetados cambiando el valor de la etiqueta o bien, entregarlos como paquetes IP tradicionales eliminando la etiqueta(LFIB)

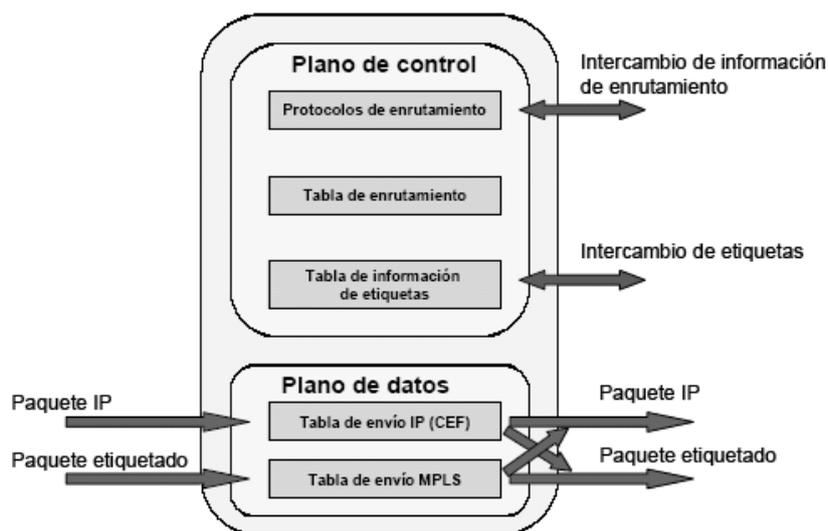


Fig. 2.5 Arquitectura MPLS

2.5 Componentes de una Red MPLS

Los componentes de una red MPLS se ubican en un par de categorías:

LSR (Enrutador de Conmutación por Etiquetas. / Label Switch Router

E-LSR (Enrutador de Conmutación por Etiquetas de Frontera. / Edge-Label Switch Router

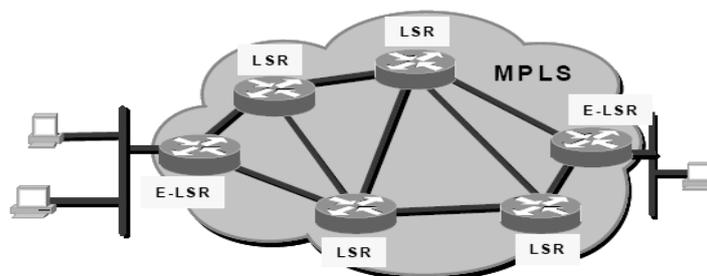


Fig. 2.6 Componentes de una Red MPLS

a.- Funciones del LSR

El LSR es el dispositivo interno a la red MPLS y sus funciones se pueden dividir de acuerdo al plano de control y de datos.

En el Plano de Control:

- Mantener la información de enrutamiento confiable mediante algún protocolo de enrutamiento
- Asignar etiquetas e intercambiar esta información mediante un protocolo de distribución de etiquetas

Y en el plano de datos, el envío de paquetes etiquetados utilizando la información de la Tabla de Envío MPLS.

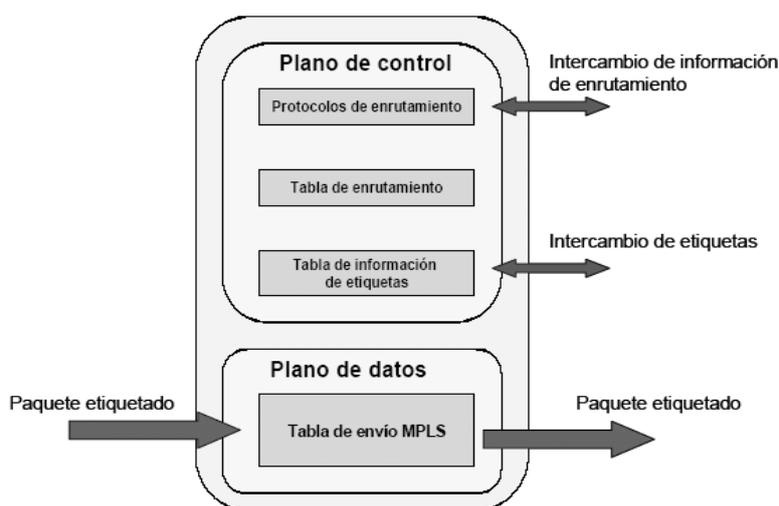


Fig. 2.7 Arquitectura de un LSR

b.- Funciones de un E-LSR

El E-LSR es el dispositivo ubicado en la frontera entre una red IP tradicional y una red MPLS, las funciones en el plano de control son iguales al LSR y en el plano de datos se tienen las siguientes: (Según muestra la Fig. 2.8)

- Igual que el LSR, recibir paquetes etiquetados y reenviarlos con una nueva etiqueta
- Recibir paquetes IP, etiquetarlos y reenviarlos
- Recibir paquetes etiquetados y reenviarlos como paquetes IP tradicionales
- Recibir paquetes IP y reenviarlos

c.- Funciones de Conmutación de Etiquetas.-

La conmutación de etiquetas exige que en los LSR y E-LSR se realicen una serie de funciones para la asignación, reenvío y remoción de etiquetas a los paquetes IP, estas funciones son las siguientes:

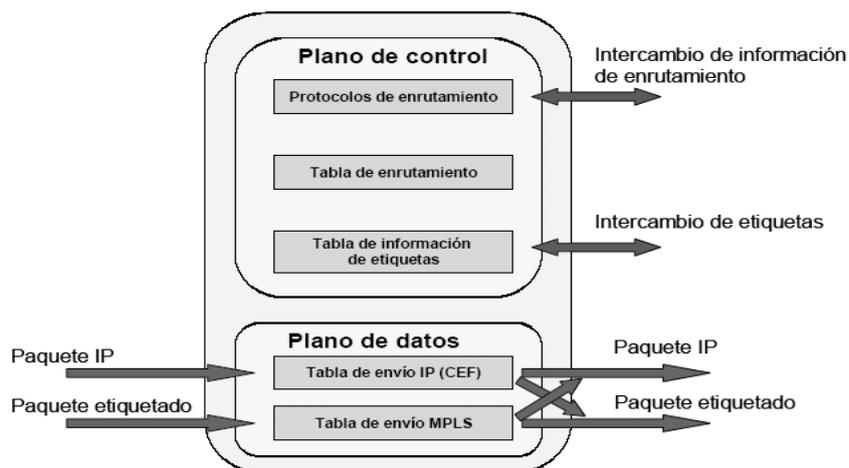
Fig. 2.8 Arquitectura de un E-LSR

- IMPOSE, Imposición de Etiqueta
- SWAP, Conmutación de Paquetes Etiquetados
- POP, Remoción de Etiqueta
- PHP, Remoción de Etiqueta en el Penúltimo Salto

- **IMPOSE**

La función de IMPOSE se realiza en los E-LSR y consiste en insertar una etiqueta MPLS a un paquete IP que ingresa al enrutador, la etiqueta se asigna de acuerdo al FEC (Forwarding Equivalente Class) correspondiente, que en el caso de tráfico IP Unicast corresponde a un prefijo de red en la tabla de enrutamiento.

La información para el etiquetado se encuentra en la Tabla de Envío IP en el Plano de Datos.



- **SWAP**

La función SWAP consiste en recibir un paquete etiquetado, verificar la etiqueta en la Tabla de Envío MPLS, cambiar la etiqueta al paquete y colocarlo en el puerto de salida, esta función la realizan tanto los LSR como los E-LSR.

- **POP**

...La función de POP o Remoción de Etiqueta es efectuada en los ELSR, se suprime la la etiqueta a un paquete IP. Una vez eliminada la etiqueta el E-LSR realiza una nueva búsqueda en Tabla de Envío IP y reenvía el paquete de la manera tradicional.

- **PHP**

El PHP (Penultimote Hop Pop) consiste en eliminar la etiqueta en el dispositivo anterior al E-LSR, de esta forma el paquete arriba al E-LSR como un paquete IP tradicional evitando la búsqueda y eliminación de etiquetas. Esta función ahorra recursos de procesamiento en el ELSR.

2.6 Modo de Operación de una Red MPLS

En el entorno actual de redes la tecnología MPLS tiene que interactuar con diversos protocolos tanto en el nivel de red (nivel 3), como en el nivel de enlace (nivel 2).

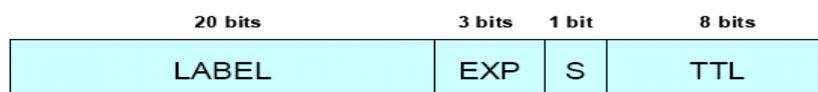
En el nivel de red principalmente la interacción es con el protocolo IP, pero en el nivel de enlace se tiene más de una posibilidad, protocolos como PPP, HDLC, Frame Relay y Ethernet son utilizados con frecuencia en las redes actuales, para todos ellos MPLS opera en un modo conocido como Frame Mode o Packet Mode.

ATM es un caso aparte, ya que MPLS inicialmente fue diseñado para trabajar sobre redes ATM, en este tipo de entornos MPLS opera en un modo conocido como Cell Mode.

2.6.1 Frame Mode

En el Modo “Frame Mode” al momento de ingresar un paquete IP se inserta una etiqueta de 32 bits entre el encabezado del paquete IP y el encabezado de la estructura de trama de nivel 2 (PPP, Ethernet, etc.) esta acción es conocida como IMPOSE, el valor para la etiqueta es tomado de acuerdo a la asignación realizada previamente para cada una de las FEC, donde cada FEC para tráfico IP Unicast corresponde a un prefijo en la tabla de enrutamiento.

Una vez insertada la etiqueta el paquete se envía al siguiente dispositivo en donde se conmutará utilizando tan solo la etiqueta. El formato de la etiqueta insertada se muestra a continuación:



LABEL etiqueta con significado local

EXP bits experimentales utilizados actualmente para QoS

S bit indicador de bottom-of-stack, se enciende cuando la etiqueta es la última de una pila de etiquetas

TTL indicador de tiempo de vida, similar a IP Etiqueta MPLS

Los pasos para la inserción de la etiqueta se muestran en la figura 2.9:

Cuando MPLS se implementa sobre una red ATM utiliza los identificadores de circuito virtual VPI/VCI como etiquetas, a este modo de operación se le conoce como Cell Mode.

Para que MPLS pueda funcionar adecuadamente sobre una red ATM a los conmutadores ATM

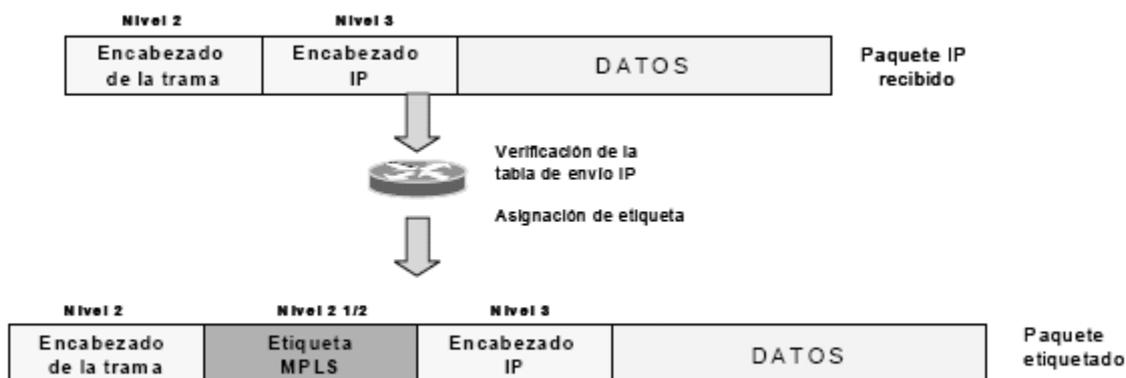


Fig. 2.9 Etiquetado de un Paquete IP Cell Mode

Este agregado permite a un conmutador ATM conocer información de enrutamiento de nivel 3, asignar etiquetas e informarlas a sus vecinos y de esta forma crear circuitos virtuales en forma dinámica. A este tipo de circuitos virtuales se les conoce como LVC (Label Virtual Circuit).

El intercambio de información de control en este entorno se efectúa sobre un VC (Circuito Virtual) especial que normalmente se identifica con el VPI/VCI 0/32

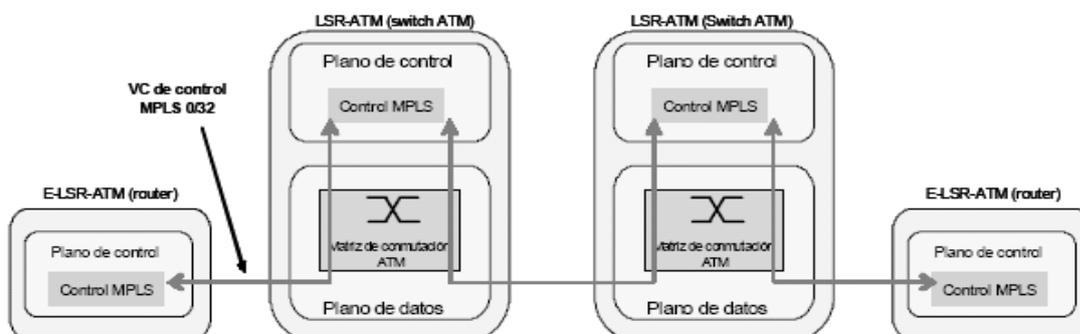


Fig. 2.10 Plano de control de un Ambiente ATM

2.7 Aplicaciones de MPLS – Modo Frame

Diversas aplicaciones de MPLS

MPLS puede ser utilizado en diversas aplicaciones como:

- a. Enrutamiento IP Unicast
- b. Enrutamiento IP Multicast
- c. Ingeniería de Tráfico (TE)
- d. QoS (Calidad de Servicio)
- e. VPN (Redes Privadas Virtuales)

En cada una de ellas el Plano de Datos es el mismo no importando la aplicación y es en el Plano de Control donde está la diferencia ya que cada aplicación requiere mecanismos apropiados para el intercambio de información de enrutamiento y etiquetas.

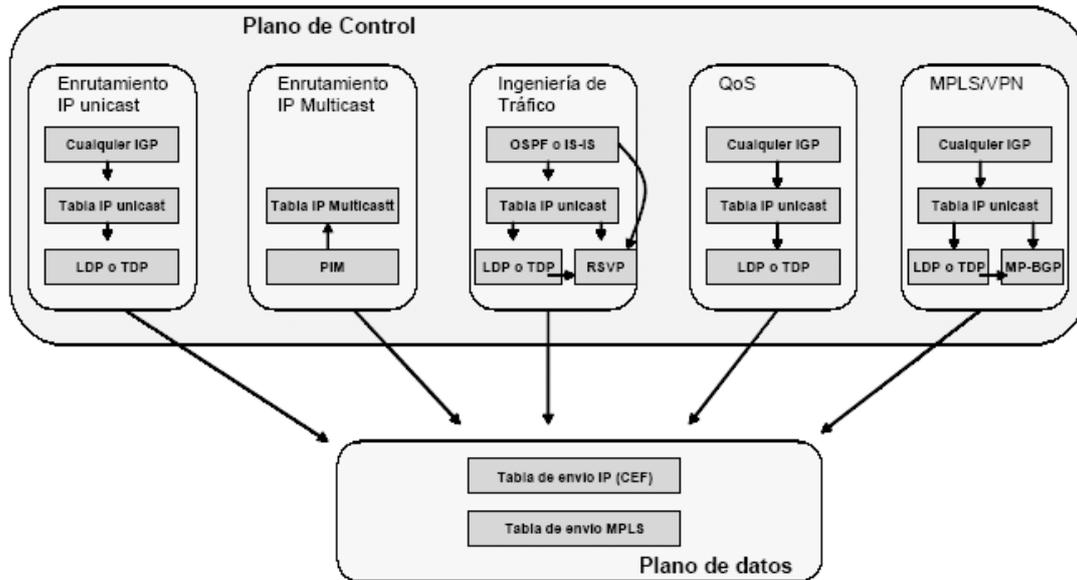


Fig. 2.11 Aplicaciones MPLS

2.7.1 Enrutamiento IP Unicast

Es la aplicación más utilizada ya que sirve como base para algunas otras. Esta aplicación permite crear una malla completa de túneles LSP (Label Switch Path) para la conexión hacia los posibles destinos de enrutamiento. Un túnel LSP es el conjunto de etiquetas asignadas a una FEC a través de la nube MPLS para alcanzar a un destino de la red.

Los túneles LSP son unidireccionales, es decir debe crearse un túnel LSP en cada sentido.

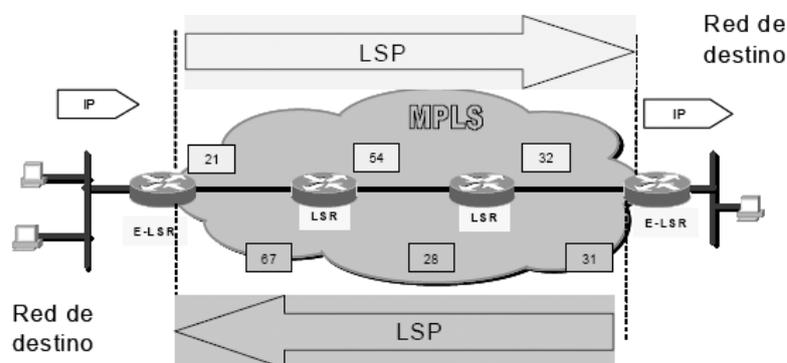


Fig. 2.12 Túneles LSP

Dos mecanismos son necesarios en el Plano de Control.-

- Protocolo de enrutamiento, como OSPF o EIGRP, el cual transporta la información acerca de la alcanzabilidad de las redes

- Un Protocolo de Distribución de Etiquetas, como LDP (Label Distribution Protocol) o TDP (Tag Distribution Protocol) el cual se encarga de asignar etiquetas a la información de enrutamiento aprendida mediante el protocolo de enrutamiento y distribuir estas etiquetas a los dispositivos MPLS vecinos

En esta aplicación una FEC (Forward Equivalent Class) corresponde a un prefijo IP en la tabla de enrutamiento.

2.7.2 Enrutamiento IP Multicast

El enrutamiento IP Multicast puede utilizar MPLS, en este entorno el protocolo PIM (Protocol Independent Multicast), con extensiones para MPLS, es utilizado para propagar información de enrutamiento y etiquetas. En esta aplicación una FEC corresponde a una dirección IP Multicast.

2.7.3 Ingeniería de Tráfico (TE)

Es la aplicación utilizada para el balanceo del tráfico sobre las trayectorias disponibles por medio de la creación de túneles.

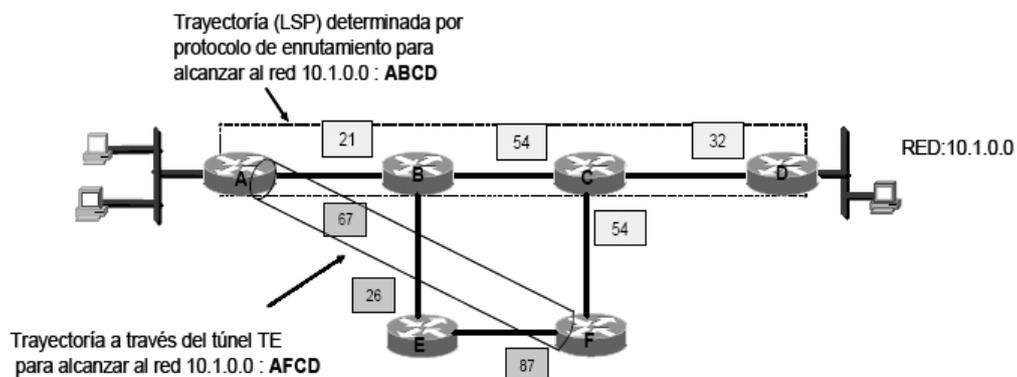


Fig. 2.13 Túnel de TE

TE permite, por ejemplo, manipular el tráfico hacia algún destino para que tome un camino diferente al elegido por el protocolo de enrutamiento, logrando de esta manera una utilización eficiente de los recursos de la red.

En la figura 2.13 se muestra la ruta preferida por el protocolo de enrutamiento para alcanzar la red 10.1.0.0 desde el enrutador **A** es **ABCD**, y aunque existe una ruta alternativa a través del enrutador **E**, ésta no será utilizada a menos que la ruta principal quede fuera de servicio. Creando un túnel TE entre el enrutador **A** y el enrutador **F** puede utilizarse la ruta alternativa simulando que existe igual número de saltos que por la principal.

- Para esta aplicación es necesario un protocolo de enrutamiento que permita conocer la topología completa de la red, los únicos protocolos que cumplen con este requisito son OSPF e IS-IS
- También es utilizado RSVP (Resource Reservation Protocol) para la propagación de etiquetas y la asignación dinámica de los recursos de ancho de banda asociados a cada túnel de TE

En Ingeniería de tráfico una FEC corresponde a la identidad del túnel.

2.7.4 Calidad de Servicios

Una Calidad de Servicio diferenciada puede lograrse mediante la utilización de los 3 bits experimentales de MPLS o bien generando LSP individuales para cada una de las clases de servicio.

Extensiones en los Protocolos de Distribución de Etiquetas como LDP y TDP son utilizadas para la creación de múltiples LSP hacia un mismo destino, cada uno para una clase de servicio.

En esta aplicación una FEC corresponde a una combinación de un destino de red y la clase de servicio.

2.7.5 Redes Privadas Virtuales (VPN)

Una de las aplicaciones más atractiva en MPLS es VPN. En el entorno MPLS la creación, administración del plan de direccionamiento IP, ampliación y reducción de sitios y la eliminación de una VPN es sumamente sencilla.

En este entorno MPLS requiere un protocolo de enrutamiento corriendo dentro de la red del proveedor de servicios y hacia los sitios del cliente, además del protocolo MP-BGP (Multi Protocol BGP) para la propagación de las etiquetas que identifican a las VPN.

Para VPN son necesarios un par de etiquetas, la primera para identificar el enrutador frontera con el sitio del cliente y la segunda para indicar a que VPN corresponde el paquete. En esta aplicación una FEC corresponde a un destino de red VPN.

Estándares emitidos al respecto de la tecnología MPLS, organizaciones como la IETF (Internet Engineering Task Force) y la ITU (Internacional Telecommunications Union) se han encargado de darle certidumbre e impulso a esta tecnología. A continuación se presenta la lista de las normas relacionadas con MPLS.

RFC de la IETF

A continuación los RFC relacionados a MPLS desarrollados por la IETF:

Tabla N° 2.1 Normas de la IETF

RFC	Descripción
2547	VPN sobre BGP/MPLS.
2702	Requerimientos para TE sobre MPLS.
2917	Arquitectura para una red dorsal MPLS IP VPN.
3031	Arquitectura de MPLS.
3032	Codificación para pila de etiquetas MPLS.
3035	MPLS utilizando LDP y conmutación ATM VC.
3063	Mecanismos para prevención de bucles en MPLS.
3107	Transporte de información de etiquetas en BGP-4.
3270	Soporte de servicios diferenciados MPLS.
3346	Aplicabilidad para TE con MPLS.
3353	Panorama de IP Multicast en MPLS.
3429	Asignación de OAM para una arquitectura MPLS.
3443	Procesamiento de TTL en MPLS.
3471-74	GMPLS (Generalizado MPLS).
3496	Extensiones de protocolo para el soporte de clases de servicio ATM en TE MPLS.
3564	Requerimientos para el soporte de servicios diferenciados en TE MPLS.
3785	Uso de métricas de IGP como segunda métrica en TE.
3811	Definiciones de convenciones textuales para MPLS.
3812-15	Descripción de MIB'S relacionadas a MPLS.
3945	Arquitectura para GMPLS.
3946	Extensiones de GMPLS para SONET y SDH.

A continuación las normas relacionadas a MPLS desarrolladas por la ITU:

Tabla N° 2.2 Normas de la ITU

Norma	Descripción
G.7713.2/Y.1704.2	Mecanismos de señalización utilizando GMPLS RSVP-TE.
G.7713.3/Y.1704.3	Mecanismos de señalización utilizando GMPLS CR-LDP.
Q.2920	Control de conexión de llamadas para el soporte de la interconexión de redes ATM-MPLS.
Q.sup46	Requerimientos de señalización para la interconexión de redes ATM-MPLS.
X.84	Soporte de servicios Frame Relay sobre redes dorsales MPLS.
Y.1281	IP móvil sobre MPLS.
Y.1311.1	Redes basadas en VPN IP sobre una arquitectura MPLS.
Y.1411	Interconexión de redes ATM-MPLS Cell-mode.
Y.1412	Interconexión de redes ATM-MPLS Frame-mode.
Y.1413	Interconexión de redes TDM-MPLS.
Y.1414	Servicios de voz en redes MPLS.
Y.1561	Parámetros de rendimiento y disponibilidad en redes MPLS.
Y.1710	Requerimientos para funcionalidades de Operación y Mantenimiento en redes MPLS.
Y.1711	Mecanismos de Operación y Mantenimiento para MPLS.
Y.1712	Funcionalidad de OAM para interconexión de redes ATM-MPLS.
Y.1720	Protección de la conmutación en redes MPLS.

2.8 Operación MPLS

La tecnología MPLS ha permitido una gran escalabilidad y facilidades de gestión de servicios tradicionalmente proporcionados por las redes IP, además de brindar los recursos necesarios para la implementación de nuevos servicios.

Aunque MPLS está diseñado para su integración con múltiples plataformas la realidad es que su utilización predominante es en redes IP de modo que nos centraremos en el funcionamiento de MPLS en este tipo de redes.

2.8.1 Protocolos de Enrutamiento Interiores (IGP)

Para que MPLS pueda realizar su trabajo es necesario que los E-LSR y los LSR dispongan de la información de enrutamiento suficiente para alcanzar a cualquier destino IP dentro de la red. Esta información es obtenida y propagada por medio de algún

2.8.2 Protocolo de Enrutamiento Interior (IGP).

Varios protocolos pueden ser utilizados, entre ellos RIP, RIPv2, IGRP, EIGRP, OSPF e incluso rutas estáticas. Elección de un IGP

La elección de un protocolo de enrutamiento obedece a diversos factores como:

- La capacidad de procesamiento y memoria de los enrutadores en la red, (vector distancia consume menos recursos)
- Su eficiencia en la utilización del plan de direccionamiento, (soporte de CIDR)
- Capacidad para soportar el crecimiento de la red
- Tiempo de reacción a cambios en la topología (convergencia)
- Compatibilidad (estándar o propietario)

Características protocolos más utilizados

La siguiente tabla muestra algunas características de los protocolos más utilizados:

Tabla N° 2.3 Características de los protocolos

Protocolo	Algoritmo	Escalabilidad	CIDR	IGP/EGP	Convergencia	Norma
RIP	Vector Distancia	Limitada	No	IGP	Lento	RFC 1058
RIPv2			Si			RFC 1723
IGRP	Media	No	Cisco			
OSPF	Estado de	Alta	Si	IGP	Rápido	RFC 1247
IS-IS	Enlace	Muy Alta				ISO 10589
EIGRP	Dual	Alta				Cisco

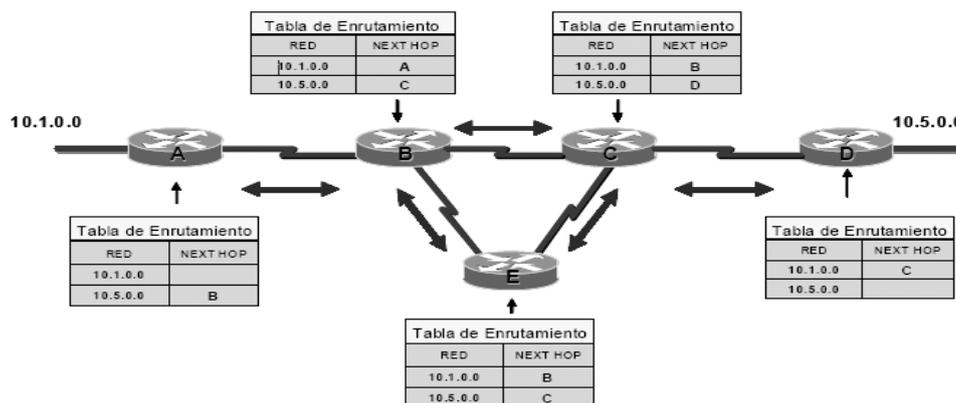
2.8.3 Función del protocolo de enrutamiento

Sin importar cual sea el protocolo de enrutamiento utilizado en la red, su función es la misma: proporcionar y mantener confiable la información de alcanzabilidad de la red contenida en la tabla de enrutamiento.

a.- Proceso de intercambio

Cuando sea activa algún protocolo inmediatamente inicia el proceso de intercambio de información de las redes conocidas, hasta que finalmente el total de los prefijos de las redes y subredes aparece en la tabla de enrutamiento de todos los enrutadores, cuando se llega a este punto se dice que la red ha convergido, la siguiente figura ilustra lo anterior:

Tabla N° 2.4 Proceso de intercambio



b.- Enrutamiento

Proceso de intercambio

El proceso continúa activo para mantener la información confiable y reaccionar ante posibles cambios en la topología de la red, por ejemplo una falla en alguno de los enlaces.

Información recopilada

La información recopilada es utilizada por los LSR y E-LSR para la asignación de etiquetas en la aplicación de Enrutamiento IP Unicast, en donde cada uno de los prefijos en la tabla de enrutamiento corresponde a una FEC y por lo tanto le es asignada una etiqueta.

c.- Asignación de Etiquetas

Las etiquetas son asignadas por FEC, (Forward Equivalent Class) donde una FEC representa a una entidad diferente en cada aplicación, por ejemplo en el Enrutamiento IP Unicast una FEC corresponde a un prefijo IP en la tabla de enrutamiento.

d.- Enrutamiento IP Unicast

El Enrutamiento IP Unicast es la aplicación que se encarga de construir la malla de túneles

LSP en la red MPLS la cual sirve de base para otras aplicaciones como VPN y TE.

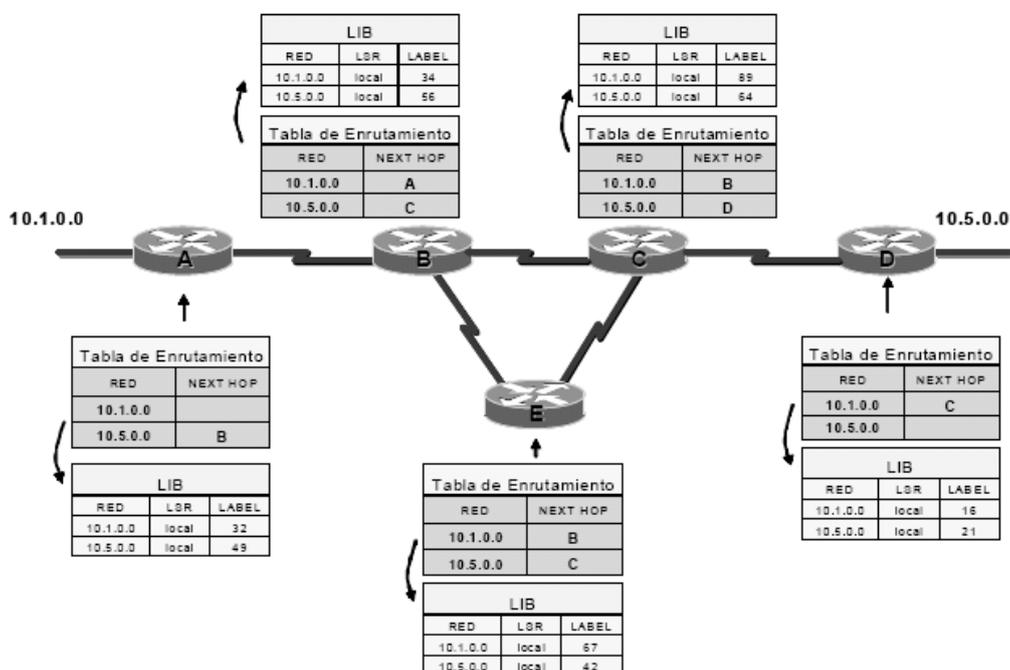
Se explicará el funcionamiento de MPLS de acuerdo a esta aplicación.

e.- Asignación Asíncrona de Etiquetas

Cuando un LSR obtiene la información de enrutamiento mediante el IGP, está listo para la asignación de etiquetas. A cada uno de los prefijos en la tabla de enrutamiento le es asignada una etiqueta local, el valor de la etiqueta normalmente se asigna por plataforma.

A este tipo de asignación se le conoce como Asignación Asíncrona de Etiquetas, ya que cada LSR asigna etiquetas en forma independiente a cada uno de los prefijos IP. Las etiquetas asignadas son almacenadas en la Tabla de Información de Etiquetas (LIB). El procedimiento se muestra en la siguiente figura:

Tabla N° 2.5 Asignación de Etiquetas



f.- Distribución de Etiquetas

Protocolos para Distribución de Etiquetas

Dos protocolos pueden utilizarse para la distribución de etiquetas:

- Δ LDP (Label Distribution Protocolo) estándar de la IETF
- Δ TDP (Tagging Distribution Protocol) desarrollado por Cisco

Ambos protocolos no son excluyentes, un LSR puede estar hablando LDP con un LSR Cisco por alguno de sus puertos y TDP con un LSR no Cisco por otro de sus puertos.

Relación de vecindad

Para que TDP o LDP inicien el intercambio de etiquetas es necesario que los LSR inicien relaciones de vecindad, una vez establecida la vecindad las etiquetas asignadas en un LSR son distribuidas al resto de los dispositivos en el entorno MPLS. La vecindad se mantiene mediante mensajes HELLO.

Tanto TDP como LDP utilizan una sesión TCP para la distribución de etiquetas y una sesión UDP para el intercambio de los mensajes HELLO, para esto ocupan los puertos bien conocidos 711 (TDP) y 646 (LDP).

g.- Inicio de proceso TDP/LDP

Cuando se inicia MPLS en la primera interfaz de un enrutador, se inicia el proceso TDP/LDP y se crea la estructura de la Base de Información de Etiquetas (LIB). El enrutador trata también de descubrir otros LSR en las interfaces ejecutando MPLS a través de los paquetes HELLO TDP.

Utilizando TCP como protocolo de transporte, se consiguen unas excelentes propiedades de control de flujo y unos buenos ajustes de las condiciones de congestión de la interfaz.

h.- Mecanismo LDUD

La distribución de etiquetas se realiza mediante un mecanismo conocido como LDUD (Distribución de Etiquetas de Flujo Descendente no Solicitada (Label Distribution Unsolicited Downstream)), con este mecanismo los LSR envían las etiquetas asignadas localmente a todos sus vecinos TDP o LDP sin que estos las hayan solicitado.

Al final, los LSR (y E-LSR) poseen información en su tabla LIB de las etiquetas asignadas localmente y de las etiquetas asignadas por sus vecinos a cada prefijo IP.

i.- Función de envío rápido de paquetes

Una vez obtenida la información de etiquetas mediante LDP o TDP los LSR y E-LSR están listos para construir su Tabla de Envío MPLS. Además los E-LSR pueden ahora complementar su Tabla de Envío IP.

Es importante aclarar que para que MPLS funcione es necesario que en los enrutadores se encuentre habilitada la función de envío rápido de paquetes, en los equipos Cisco esta función es conocida como CEF (Cisco Express Forwarding). CEF es el responsable de la tabla de envío IP.

j.- Construcción de la Tabla de Envío MPLS

La Tabla de Envío MPLS tiene la información necesaria para realizar la función de SWAP, es decir, cuando arriba un paquete etiquetado al dispositivo la etiqueta se verifica en la Tabla

de Envío MPLS, se sustituye y se envía al siguiente LSR. La información en esta tabla se obtiene a partir de las etiquetas en LIB y de la información de enrutamiento.

k.- Construcción de la Tabla de Envío IP

Como ya se había mencionado la Tabla de Envío IP es responsabilidad de la función CEF, esta tabla es utilizada para el enrutamiento rápido de paquetes IP y para determinar si un paquete IP entrante debe ser etiquetado o no de acuerdo a la Clase Equivalente de Servicio (FEC) a la que corresponda.

Esta tabla se construye a partir de la información en la tabla de enrutamiento y en la tabla de etiquetas.

La función de etiquetado de paquetes IP (IMPOSE) es realizada en los LSR de frontera (E-LSR), esto se muestra en la siguiente figura:

Tabla N° 2.6 Tabla de Envío IP.

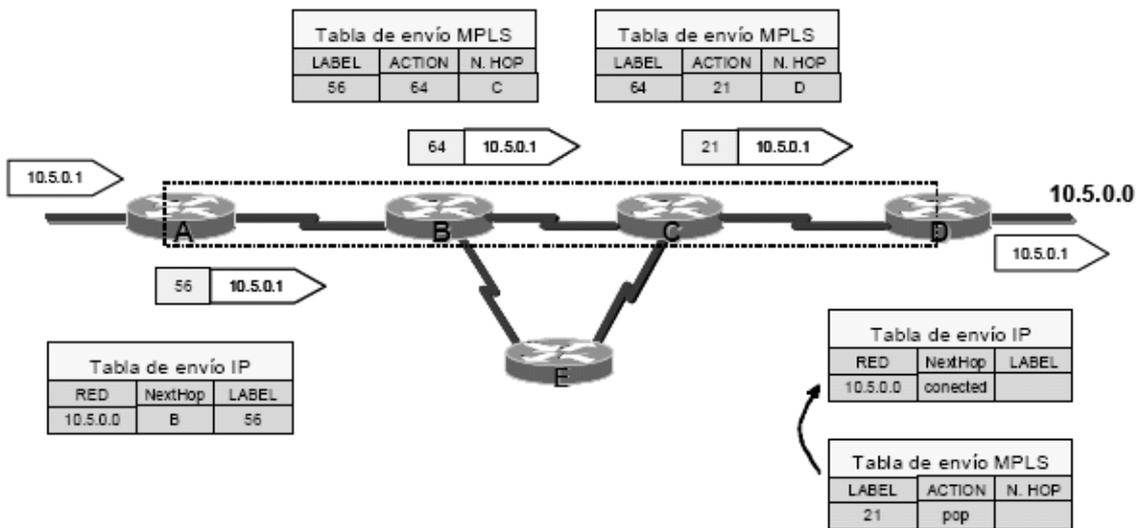
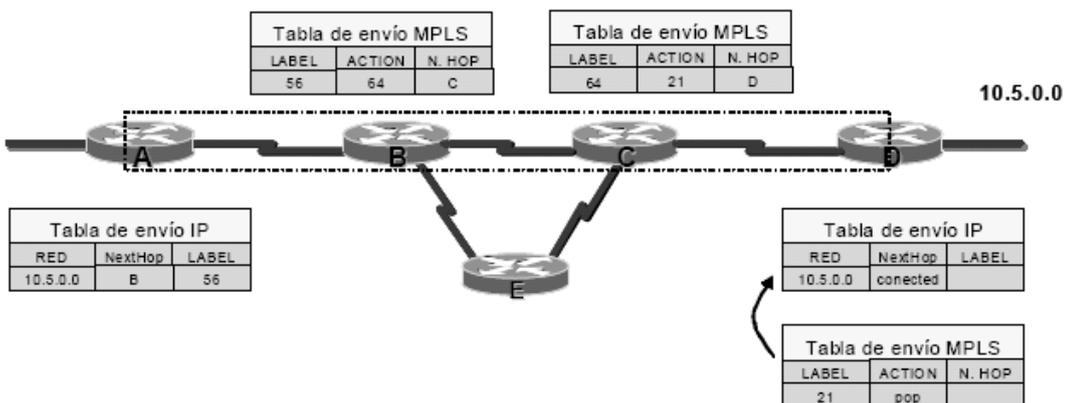


Tabla N° 2.7 Envío del paquete conmutación etiquetas



Con la información completa y estable en la Tabla de Envío IP y en la Tabla de Envío MPLS, la red está lista para transportar un paquete IP dirigido a la red 10.5.0.0 de manera rápida y eficiente mediante la conmutación de etiquetas.

En este ejemplo sucede lo siguiente:

- a) El E-LSR **A** recibe un paquete IP dirigido a la red 10.5.0.0, verifica su Tabla de Envío IP y le asigna la etiqueta 56
- b) El paquete etiquetado arriba al LSR **B** el cual le hace SWAP y cambia la etiqueta a 64
- c) En el LSR **C** se realiza la misma operación y la etiqueta es cambiada a 21
- d) Finalmente en el E-LSR **D** se elimina la etiqueta de acuerdo a la información en la Tabla de Envío MPLS (POP) y se efectúa una nueva búsqueda en la Tabla de Envío IP para el enrutamiento del paquete. La operación POP se podría haber realizado en el LSR **C** utilizando la función PHP.

2.9 Convergencia en una Red MPLS

2.9.1 Tiempo de convergencia

Un aspecto importante de las redes MPLS es el tiempo de convergencia de la red. Algunas aplicaciones MPLS no operan correctamente a menos que se pueda enviar un paquete etiquetado a lo largo de todo el trayecto, desde el E-LSR de entrada, hasta el ELSR de salida. El tiempo de convergencia depende directamente del IGP utilizado y del mecanismo de retención de etiquetas habilitado.

2.9.2 Reacción ante fallas en la red

En una red MPLS la rapidez en la reacción a fallas en la red depende principalmente de la velocidad de convergencia del IGP.

Los mecanismos utilizados para la asignación, distribución y retención de etiquetas en el modo Frame Mode ayudan a que MPLS reaccione inmediatamente a los cambios detectados por el IGP. Estos mecanismos son los siguientes:

- a) Asignación de etiquetas en modo independiente
- b) Distribución de flujo descendente no solicitada
- c) Modo de retención liberal

Utilizando estos mecanismos cada enrutador posee información de etiquetas de todos sus vecinos, no solo de su siguiente mejor salto (Next Hop).

Eventos como respuesta a fallas

Cuando ocurre una falla en alguno de los enlaces en la red suceden los siguientes eventos:

- El protocolo de enrutamiento (IGP) detecta la falla y actualiza la información del siguiente mejor salto en las Tablas de Enrutamiento de los dispositivos involucrados
- Como MPLS ya posee información de la etiqueta anunciada por el nuevo siguiente mejor salto solo tiene que sustituirla
- Nuevas LSP se establecen para alcanzar a las redes afectadas por la falla sin esperar al intercambio de etiquetas mediante LDP o TDP
- Las siguientes figuras muestran la forma en la que la red MPLS construye una nueva trayectoria para alcanzar a la red 10.5.0.0 cuando se presenta una falla en el enlace entre **B** y **C**.

Tabla N° 2.8 Actualización de la Tabla de Enrutamiento por el IGP

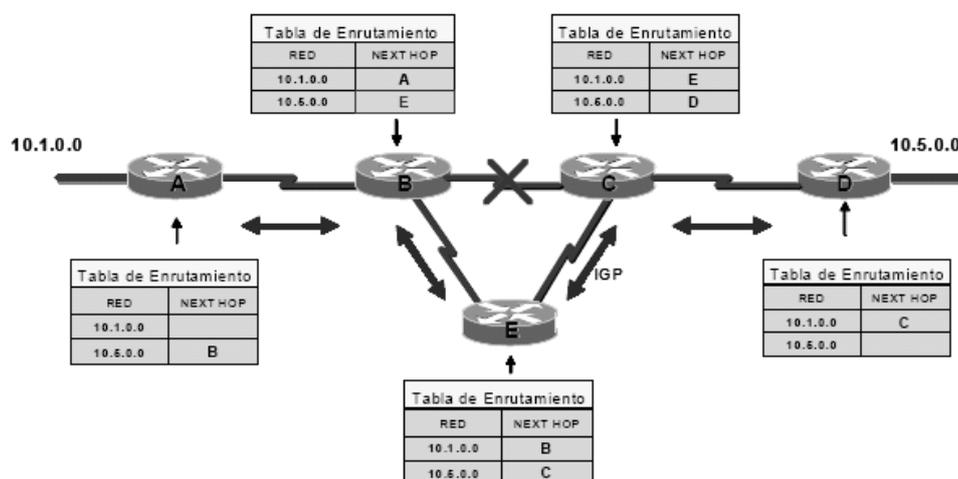
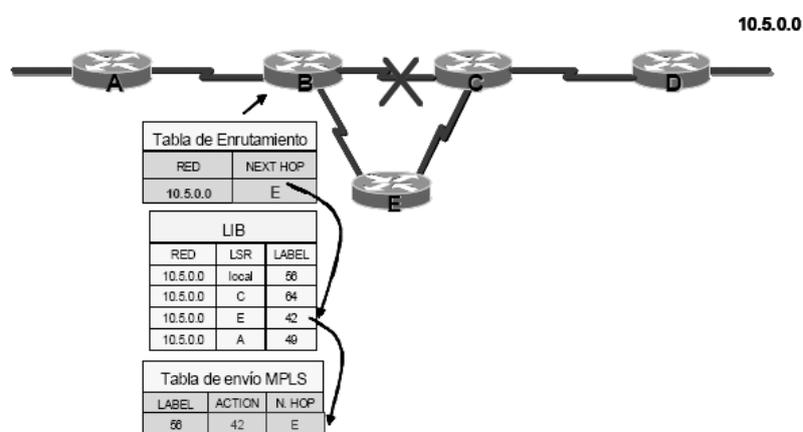


Tabla N° 2.9 Ajuste de la Tabla de Envío MPLS



2.10 Aplicaciones de MPLS – Modo VPN

- Enrutamiento IP Unicast
- Enrutamiento IP Multicast

- c. Ingeniería de Tráfico (TE)
- d. QoS (Calidad de Servicio)
- e. VPN (Redes Privadas Virtuales)

La aplicación para el enrutamiento IP Unicast, como se discutió en el punto 2.7.1 anterior, es la responsable de construir la malla de túneles LSP en la red y sirve de base para la implementación de otras aplicaciones como VPN y TE.

MPLS-VPN es la aplicación líder por la que los proveedores de servicio se han interesado en la implementación de una red MPLS.

Además la aplicación MPLS-TE permite al proveedor de servicios establecer políticas de enrutamiento de manera sencilla para lograr una utilización más eficiente de los recursos de la red.

Para un ISP (Proveedor de Servicios de Internet) resulta también atractivo utilizar MPLS ya que con solo implementar MPLS- IP Unicast en su red disminuye substancialmente el número de sesiones IBGP pudiendo utilizar enrutadores de menor capacidad al interior de su red.

Para la implementación de cualquiera de las aplicaciones MPLS el plano de datos es común y la diferencia se establece solo en el plano de control.

2.10.1 Red Privada Virtual (VPN)

Las Redes Privadas Virtuales (VPN), han despertado un gran interés en el entorno de las telecomunicaciones debido principalmente a las ventajas económicas que tiene con respecto a las redes empresariales tradicionales.

El concepto de una Red Privada Virtual no es nuevo, los fundamentos para las VPN y de las tecnologías involucradas existen desde ya hace más de 20 años. Existen un par de modelos para la implementación de Redes Privadas Virtuales: Overlay VPN y Per to Per VPN.

2.10.1.1 Overlay VPN

El modelo Overlay VPN es ampliamente utilizado y es el más sencillo de entender. En este modelo establece claramente la separación entre las responsabilidades del cliente y el proveedor de servicios:

- a) **El proveedor de servicios** proporciona al cliente los circuitos virtuales necesarios para establecer conectividad entre sus sitios sin preocuparse por el plan de direccionamiento del cliente.
- b) **El cliente** por su parte establece comunicación enrutador a enrutador desde sus sitios,

utilizando los circuitos virtuales establecidos por el proveedor y administra su plan de direccionamiento

a) Frame Relay - Overlay VPN.

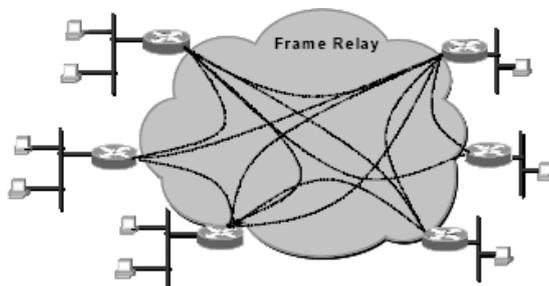


Fig. 2.14 Overlay VPN

Este tipo de VPN se implementa principalmente con tecnologías de nivel 2 como Frame Relay y ATM y normalmente los circuitos virtuales son conocidos como PVC'S (Permanent Virtual Circuit).

También pueden construirse sobre una red IP de nivel 3 utilizando túneles de nivel 2 utilizando protocolos como L2TP.

b) Desventaja de overlay VPN

La principal desventaja de este tipo de VPN es que la administración de los PVC y de los túneles se realiza de manera manual por el operador de la red y en caso de alguna falla no reacciona automáticamente, además de que la agregación o remoción de sitios del cliente es lenta y administrativamente costosa.

2.10.1.2 Peer to Peer VPN

En el modelo Per to Per VPN la conexión entre el cliente y el proveedor de servicios es entre un par de enrutadores:

- Uno en la frontera de la red del proveedor, conocido como PE
- Otro en el sitio del cliente, conocido como CPE

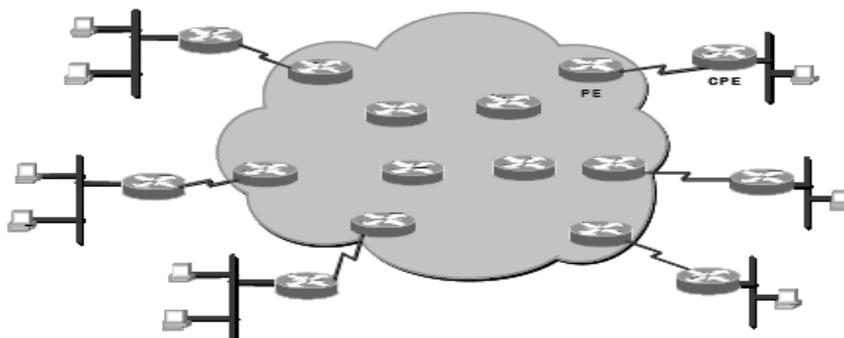


Fig. 2.15 Peer to Peer VPN

Este par de enrutadores intercambian directamente información de enrutamiento con lo que el proveedor de servicios se involucra directamente en el plan de direccionamiento del cliente. El proveedor de servicios ofrece este modelo sobre una red IP.

a) Ventajas de Peer to Peer VPN

Per to Per presenta una serie de ventajas con respecto al modelo anterior (Overlay VPN):

- El CPE solo tiene que intercambiar información de enrutamiento con el PE, no con todos los enrutadores en los sitios conectados
- Las trayectorias entre los sitios del cliente son las mejores, ya que el enrutamiento está a cargo del protocolo de enrutamiento habilitado en la red del proveedor
- El aprovisionamiento de ancho de banda solo tiene que contemplar la conexión entre el CPE y el PE, no en todos los PVC
- La adición de nuevos sitios es sencilla ya que solo hay que conectar el CPE del nuevo sitio y automáticamente se tiene información de enrutamiento para alcanzar las direcciones de red incorporadas

b) Desventajas de Peer to Peer VPN

Un par de desventajas pueden apreciarse en esta solución:

- △ Para mantener aisladas cada una de las VPN se necesita un PE por cada PCE
- △ Se debe ser cuidadoso con el plan de direccionamiento del cliente para que no se traslape con alguna otra VPN.

Existen soluciones para ocultar estas desventajas pero son costosas, en recursos de procesamiento y en su administración.

2.11 Solución MPLS-VPN

La solución MPLS-VPN combina los beneficios de las Overlay VPN, como son la seguridad y el aislamiento y la capacidad de reacción ante las fallas de las Per to Per VPN.

MPLS-VPN proporciona un enrutamiento simple con el sitio del cliente y un aprovisionamiento sencillo en la red del proveedor, además de permitir la creación de topologías difíciles de implementar en las soluciones anteriores.

2.11.1 Arquitectura MPLS-VPN

En la arquitectura MPLS-VPN se tienen 3 tipos de dispositivos:

- PE**, enrutador frontera del proveedor con conexión a los clientes
- P**, enrutador interno en la red del proveedor, sin conexión a los clientes
- CPE**, enrutador frontera en el sitio del cliente, conectado a algún PE

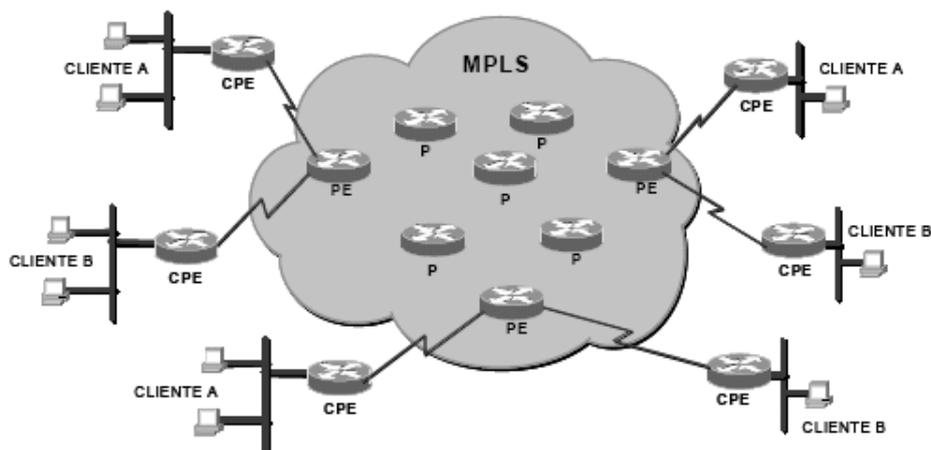


Fig. 2.16 Arquitectura MPLS-PN

El aprovisionamiento de los recursos de red para cada una de las VPN se realiza con base a etiquetas MPLS y un concepto conocido como enrutador virtual.

2.11.2 Enrutador Virtual

Cada enrutador PE es capaz de administrar en forma aislada la información de enrutamiento de varias VPN mediante la función de Enrutador Virtual.

Bajo este concepto para cada VPN es creada una tabla de enrutamiento totalmente independiente conocida como VRF (VPN Routing and Forwarding Instance), en cada VRF solo aparece la información de los prefijos de red correspondientes a la VPN del cliente.

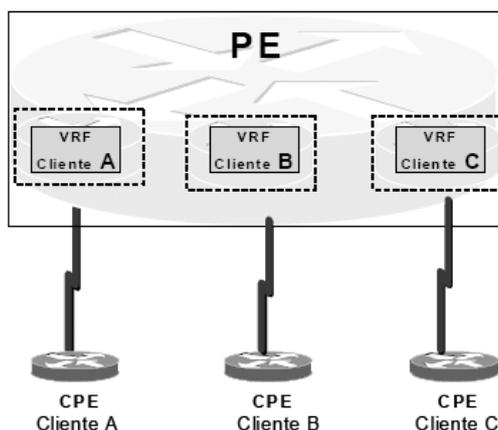


Fig. 2.17 Enrutador Virtual

Esta función permite asignar a los clientes un plan de direccionamiento privado e incluso utilizar el mismo direccionamiento en varias VPN.

2.11.3 Asignación de interfaces

Cuando se conecta un CPE a un PE la interfaz utilizada en el PE para recibir el enlace desde el CPE debe ser asignada en forma fija a la VRF correspondiente a la VPN del cliente.

Para el CPE en el sitio del cliente es transparente esta asignación. Sobre el enlace entre el CPE y el PE se realiza el intercambio de la información de enrutamiento, la cual solo se verá reflejada en la VRF que corresponda a la VPN del cliente conectado.

2.11.4 Enrutamiento entre CPE y PE

El intercambio de información de enrutamiento entre CPE y PE puede realizarse utilizando distintos protocolos, estos pueden ser:

- a) RIP v2
- b) OSPF
- c) EIGRP
- d) BGP
- e) Rutas estáticas



Fig. 2.18 Enrutamiento hacia el Cliente

Cualquiera de ellos sirve para poblar la tabla de enrutamiento en el CPE y la VRF en el PE con la información de los prefijos de red de todos los sitios del cliente.

2.11.5 Enrutamiento entre PE

Normalmente una MPLS-VPN interconecta múltiples sitios conectados a diferentes PE en la red del proveedor, esta condición obliga a que los PE tengan que intercambiar entre sí información de enrutamiento relacionada a cada una de las VPN.

El intercambio de esta información se logra mediante la integración de varios protocolos de enrutamiento en la red del proveedor. Estos protocolos son:

- a) Un IGP como OSPF para anunciar las rutas internas
- b) MPLS-IP Unicast para la creación de la malla LSP interna
- c) BGP para el establecimiento de sesiones IBGP entre todos los PE de la red
- d) MP-BGP para el intercambio de la información de enrutamiento de cada una de las VPN.

Además se agregan un par de elementos a la información de enrutamiento que permiten un transporte confiable y aislado de las rutas del cliente, estos elementos son:

- Δ Route Distinguisher (RD) y
- Δ Route Target (RT)

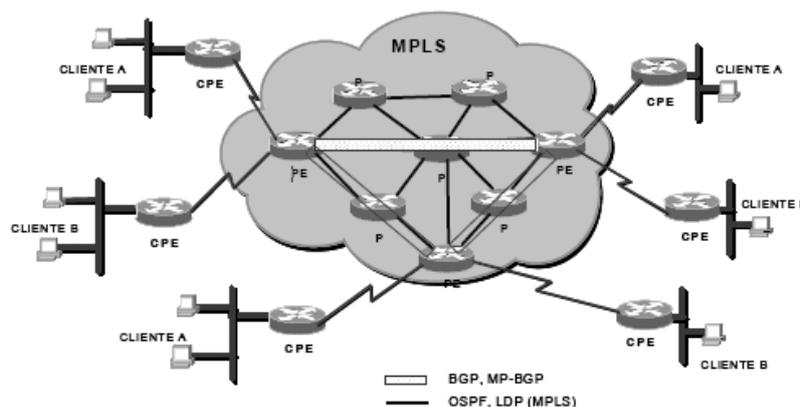


Fig. N° 2.19 Enrutamiento entre PE

2.11.6 Route Distinguisher

La facilidad de manejar el mismo plan de numeración en varias VPN y el utilizar un solo protocolo para el intercambio de la información de enrutamiento (MP-BGP) implicaría una confusión en los procesos de enrutamiento.

Para solucionar este problema es utilizado un distintivo de ruta, RD (Route Distinguisher) el cual es añadido a cada uno de los prefijos de red aumentando la longitud del prefijo de 32 a 96 bytes, obviamente el RD debe ser diferente para cada VRF.

MP-BGP tiene las condiciones para transportar información de rutas de esta longitud. **Route Target** El Route Target (RT), es un indicador que se anexa a las rutas correspondientes a una VPN. Este indicador se transporta junto con la información de ruta utilizando MP-BGP y es idéntico para todas las rutas anunciadas desde una VRF.

La información de rutas acompañada por el RT es transportada a través de las sesiones MP-BGP y llega a todos los PE, y entonces aquellos PE que incluyan sitios de la VPN del cliente importarán la información basados en el RT y la incluirán en la VRF correspondiente.

2.11.7 Etiquetado de paquetes IP

Una vez que la información de enrutamiento se distribuyó apropiadamente en las correspondientes VRF de todos los PE's, la red está casi lista para el transporte de los paquetes IP del cliente, solo falta aclarar un par de conceptos:

- Cómo etiquetar un paquete en el PE de entrada para que este sea transportado a través de la red MPLS y alcance el PE de salida
- Una vez en el PE de salida cómo saber en que VRF se enrutará al paquete para entregarlo al sitio del cliente correcto

2.11.8 Pila de etiquetas

Para poder transportar un paquete IP a través de la VPN es necesario etiquetarlo con un par de etiquetas.

La etiqueta exterior sirve para trasladar el paquete a través del dominio MPLS y llevarlo desde el PE de ingreso hasta el PE de salida y la etiqueta interior marcada con el bit S (bottom-of-stack) es utilizada para indicar a que VPN pertenece el paquete.

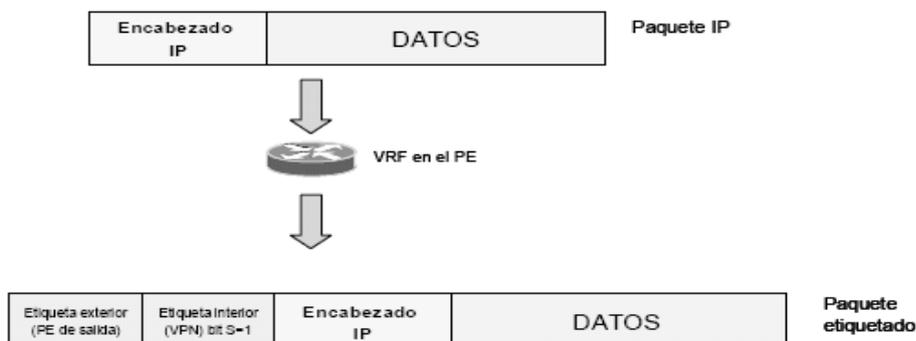


Fig. N° 2.20 Pila de Etiquetas

2.11.9 Etiqueta exterior

La etiqueta exterior se genera de acuerdo a procedimientos, cada PE posee una dirección que lo identifica en las sesiones IBGP, para estas direcciones la red MPLS genera una malla LSP que permite alcanzarlas mediante conmutación de etiquetas.

Solo es necesario establecer trayectorias hacia las direcciones de los PE, no hacia las rutas o prefijos de los clientes VPN, esto debido a que para cualquier ruta anunciada mediante BGP la dirección de próximo salto corresponde a la dirección del PE que anunció esta ruta y ya que los paquetes finalmente se dirigen del PE de ingreso al PE de egreso, con esta etiqueta es suficiente para alcanzarlos.

Los enrutadores interiores P no necesitan tener información de las rutas de los clientes VPN, solo de las rutas internas, para la generación de las LSP. Los paquetes de los clientes VPN se conmutan a través de los P mediante la etiqueta exterior.

2.11.10 Etiqueta interior

Cada PE asigna una etiqueta a cada una de las rutas en la VRF asociada a la VPN del cliente. Estas etiquetas son propagadas junto con las correspondientes rutas a través de las sesiones MP-BGP hacia el resto de los PE.

Cuando un PE recibe las actualizaciones de enrutamiento MP-BGP, toma la información de las rutas VPN y su etiqueta y las instala en la VRF asignada (de acuerdo al RT).

2.11.11 Transporte de paquete IP por VPN

El transporte de un paquete IP a través de la VPN del cliente se realiza de acuerdo a los siguientes puntos:

- El paquete es enviado desde el CPE en el sitio del cliente con los encabezados IP tradicionales
- Al ingresar al PE el paquete es analizado en la VRF asociada en donde se determina la dirección de próximo salto asociada al prefijo de la red de destino. La dirección de próximo salto corresponde a la dirección del PE que originó anunció este prefijo de red
- Al paquete se le adhiere la pila de etiquetas para su traslado a través de la red
- El paquete etiquetado se envía al siguiente enrutador P en donde se realiza la función SWAP con la etiqueta exterior enviando el paquete al siguiente enrutador P especificado en la trayectoria LSP
- En el último enrutador P de la trayectoria LSP la etiqueta exterior P es eliminada (PHP) y el paquete es enviado al PE de salida solo con la etiqueta que identifica a la VPN
- En el PE la etiqueta que acompaña al paquete es analizada y removida y entonces el paquete es entregado a la VRF que asociada a la VPN
- En la VRF el paquete IP se analiza y es enviado con los encabezados IP originales, por la interfaz que enlaza al PE con el CPE en el sitio del cliente

Para el cliente, la red MPLS-VPN es totalmente transparente, el CPE envía paquetes IP y recibe paquetes IP. Además esto se realiza en forma segura y aislada de los demás clientes

2.12 Ingeniería de Tráfico MPLS-TE Túneles LSP

Normalmente en una red MPLS se construyen túneles LSP hacia los diferentes destinos de red que reflejan directamente la trayectoria más corta elegida por el protocolo de enrutamiento.

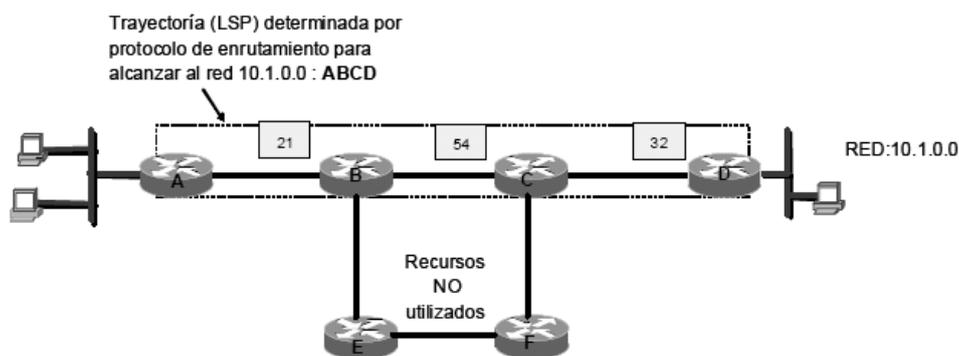


Fig. N° 2.21 Túnel LSP

Este funcionamiento puede provocar que los recursos disponibles en la red no sean utilizados de manera eficiente, MPLS-TE ofrece una alternativa para evitar esta desventaja.

2.12.1 Protocolos utilizados para generar túneles

MPLS-TE es utilizada para generar túneles que no obedecen a las trayectorias elegidas por el protocolo de enrutamiento, para lograr esto se utiliza alguno de los siguientes protocolos:

- **CR-LDP.-** Constraint-based Routing Label Distribution Protocol. / Protocolo de Distribución de Etiquetas con Enrutamiento Restringido.
- **RSVP.-** Resource Reservation Protocol. / Protocolo para Reserva de Recursos con anexos para MPLS.

La función de estos protocolos es reservar los recursos necesarios para el túnel desde el origen hasta el destino y transportar la información de etiquetas para la identificación de los mismos, el protocolo más utilizado es RSVP.

2.13 MPLS-TE necesita IGP

Para MPLS-TE es necesario que el IGP sea capaz de manejar la información completa de la topología de la red y que además pueda transportar información de los recursos de ancho de banda disponibles para la creación de los túneles de TE, normalmente OSPF es el protocolo utilizado.

2.14 Soluciones MPLS

Una red única multiusuario

MPLS promete ser la tecnología que hará posible que un proveedor de servicios de red pueda brindar una gran cantidad de servicios a sus clientes sobre una plataforma común. Con IP/MPLS puede ofrecerse servicios con calidad garantizada y permitir el cumplimiento de los acuerdos de nivel de servicio (SLA) establecidos con los clientes.

MPLS abre a los proveedores IP la oportunidad de ofrecer nuevos servicios que no son posibles con las técnicas actuales de encaminamiento IP (típicamente limitadas a encaminar por dirección de destino). Además de poder hacer ingeniería de tráfico IP, MPLS permite mantener clases de servicio y soporta con gran eficacia la creación de varias VPN.

Antes de IP/MPLS existían redes separadas para brindar servicios como VPN de nivel 3, VPN de nivel 2, servicios diferenciados como el transporte de voz o la conexión a Internet. Con IP/MPLS todos estos servicios se integran en una sola tecnología de transporte. MPLS es el último paso en la evolución de las tecnologías de conmutación multinivel (o conmutación IP).

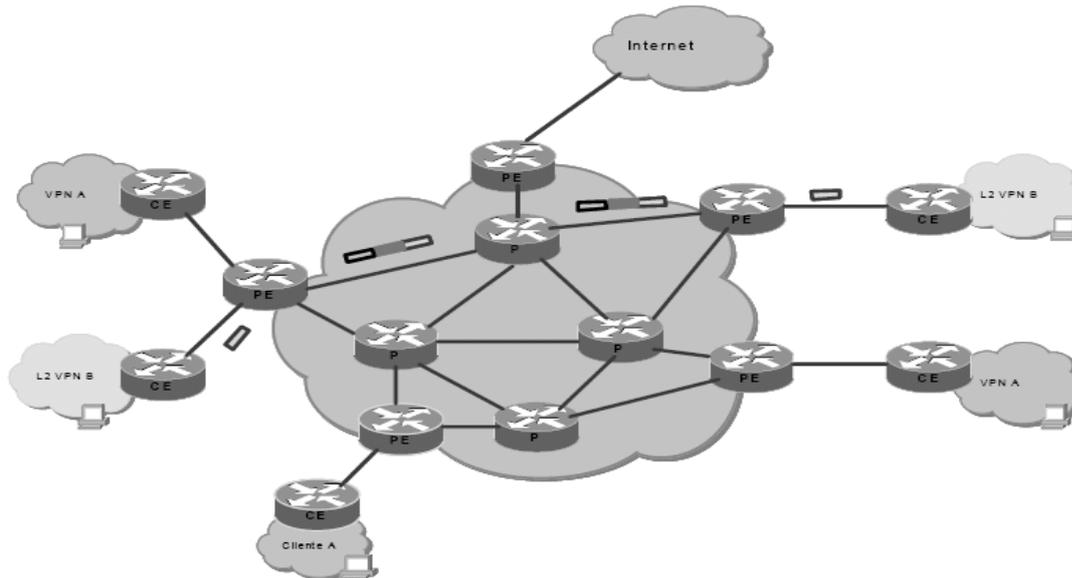


Fig. N° 2.22 Red MPLS

La idea básica de separar lo que es el envío de los datos (mediante el algoritmo de intercambio de etiquetas) de los procedimientos de encaminamiento estándar IP, ha llevado a un acercamiento de los niveles 3 y 2, con el consiguiente beneficio en cuanto a rendimiento y flexibilidad de esta arquitectura.

Por otro lado, el hecho de que MPLS pueda funcionar sobre cualquier tecnología de transporte, no sólo sobre infraestructuras ATM, va a facilitar de modo significativo la migración para la próxima generación de la Internet óptica, en la que se acortará la distancia entre el nivel de red IP y la fibra.

Ventajas de IP/MPLS

Una red IP/MPLS actualmente ofrece a los proveedores de servicio una serie de ventajas que la convierten en una excelente opción:

- MPLS proporciona una sola red convergente para soportar tanto los servicios tradicionales como los nuevos servicios, creando una trayectoria de migración eficiente de una infraestructura basada en IP
- Con MPLS es posible el enrutamiento de tráfico en forma explícita por medio de túneles de TE
- MPLS soporta la entrega de servicios con QoS garantizada. Los paquetes pueden ser marcados para un tratamiento diferenciado y permitir de esta manera el brindar servicios como voz o vídeo que demandan un retardo bajo y predecible.
- MPLS reduce los requerimientos de procesamiento en los enrutadores, esto gracias al

reenvío simplificado de los paquetes por medio de etiquetas

- Proporciona un apropiado nivel de seguridad similar al ofrecido en redes como Frame Relay, lo anterior permite evitar los procesos de encriptación utilizados en las redes IP públicas
- Con MPLS-VPN la escalabilidad de la red está asegurada, además de reducir los recursos utilizados en la configuración y administración de las mismas aislando totalmente al cliente de estos procedimientos
- IP/MPLS es la tecnología por la que la mayoría de las entidades involucradas en la industria han apostado, ello asegura un futuro prometedor y un constante desarrollo

2.14.1 Redes de TV por Cable

Una aplicación de IP/MPLS es la red híbrida fibra-coaxial (HFC); en la Fig. 2.23 se muestra una red integrada para el operador proveedor, en la cual se detalla varios servicios brindados a través de la red IP/MPLS. El Head End representa al operador, el Hub representa una sucursal del operador, el Data Center en este caso está ubicado en otra instalación sucursal del operador, la acometida distribuye a los usuarios finales o clientes, que contratan el servicio de voz, datos y vídeo.

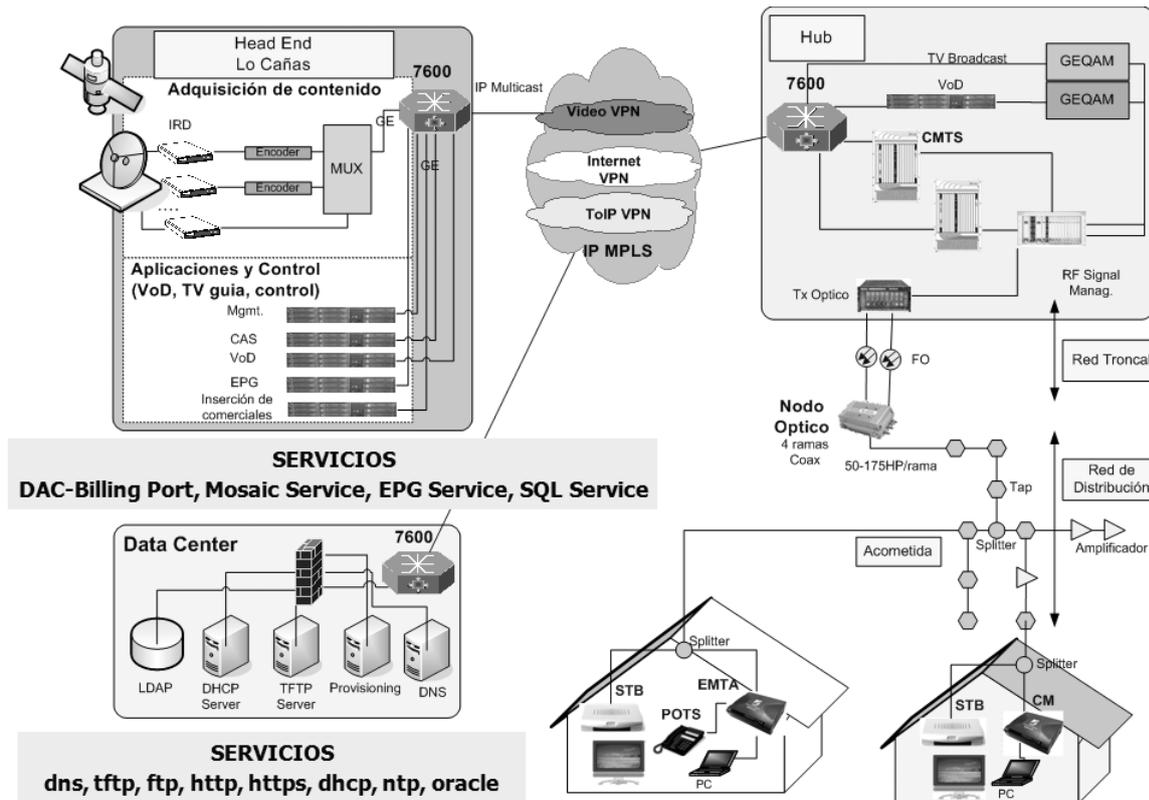


Fig. 2.23 Red IP/MPLS integrando a la red HFC

2.15 Telefonía VoIP

El empleo de soluciones con VPN de capa 3, es cuando se habla de implementar nuestras propias VPN entre el sitio central y uno remoto sin que intervenga el Service Provider; y cuando nos referimos a soluciones mixtas cuando interviene el Service Provider en el desarrollo de nuestras VPN, entonces nos referimos a IP VPN usando MPLS o MPLS VPN, garantizando la seguridad del servicio VoIP.

Un sistema de telefonía convencional tiene cuatro elementos:

- Teléfono
- Central Switch
- Conexiones a la Central Switch Gateway
- Sistema de administración de tráfico PBX

Los dispositivos están interconectados a través de un medio físico como conexiones dedicadas, conexiones físicas, radio enlace, ondas de radio celular y satélite.

La Optimización de redes de telefonía se enfoca en la calidad de servicio en las redes de telefonía.

Los beneficios de la voz sobre IP a través de la red datos, al tener tráfico de voz en la red de datos, será prioritario mantener la calidad de servicio en red de voz sobre IP, siendo sus principales componentes: teléfonos IP, cámaras de video, el softphone (soft), voice Gateway (router con un interfaz de voz, una interfaz) gatekeeper, servidor de aplicaciones, MCU, College Call Manager. La manera para que los sistemas heredados se conecten a la red de voz sobre IP, se da a través de los puertos FXS de la PBX.

En la Fig. 2.24 se muestra la distribución del control de la llamada. Y en la Fig. 2.24 b se muestra la distribución del control de la llamada a través del Call Manager.

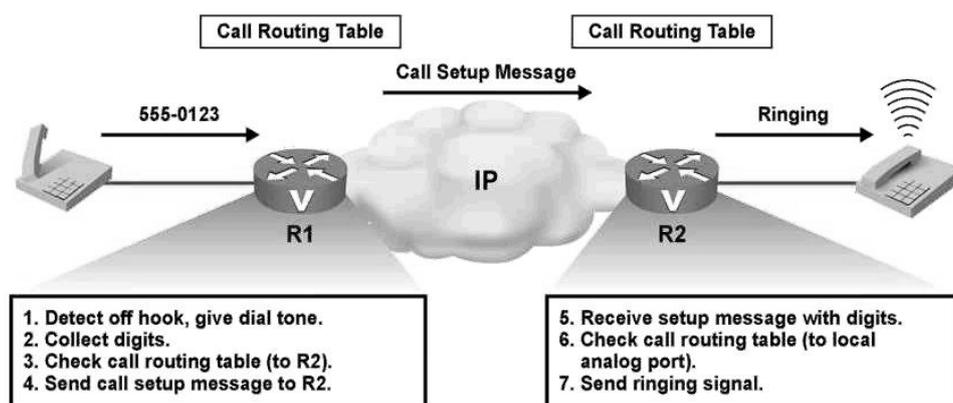


Fig. 2.24 a.-Distribución del control de la llamada

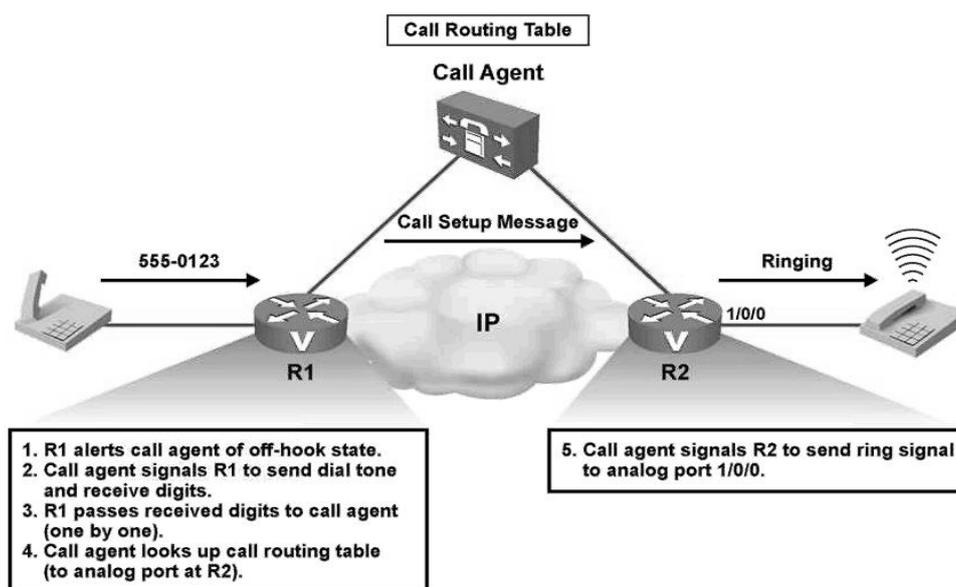


Fig. 2.24 b.- Distribución del control de la llamada con Call Manager

2.15.1 Conceptos generales del marco teórico. Antecedentes

Según se establece en el Anexo de la Ley 11/1998 (Ley General de Telecomunicaciones): “Una red de telecomunicaciones está formada por los sistemas de transmisión y, cuando

proceda, los equipos de conmutación y demás recursos que permitan la transmisión de señales entre puntos de terminación definidos mediante cable, medios ópticos o de otra índole”, que también, define lo que es la red de acceso: “El conjunto de elementos de que permiten conectar a cada abonado con la central local de la que depende. Está constituida por los elementos que proporcionan al abonado la disposición permanente de una conexión desde el punto de terminación de la red, hasta la central local”. La red de acceso es pues una porción, perfectamente identificada, de la red de telecomunicaciones, y como tal será considerada, entendiendo que las centrales locales a que se refieren son, en el presente caso, nodos de conmutación de circuitos.

Estructura de una red de telecomunicaciones.

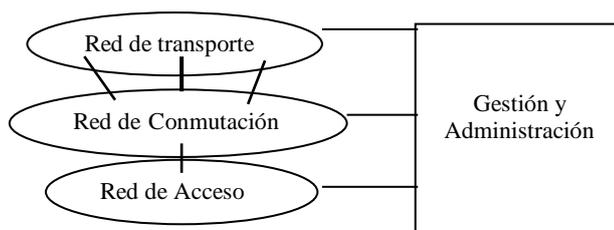


Fig. 2.25 Estructura Típica de Red de telecomunicaciones

En general, la estructura de una red típica de telecomunicaciones, se puede dividir en tres partes diferenciadas claramente en la mayor parte de casos son (Fig.2.25):

- ✓ Red de Transporte
- ✓ Red de Conmutación
- ✓ Red de Acceso

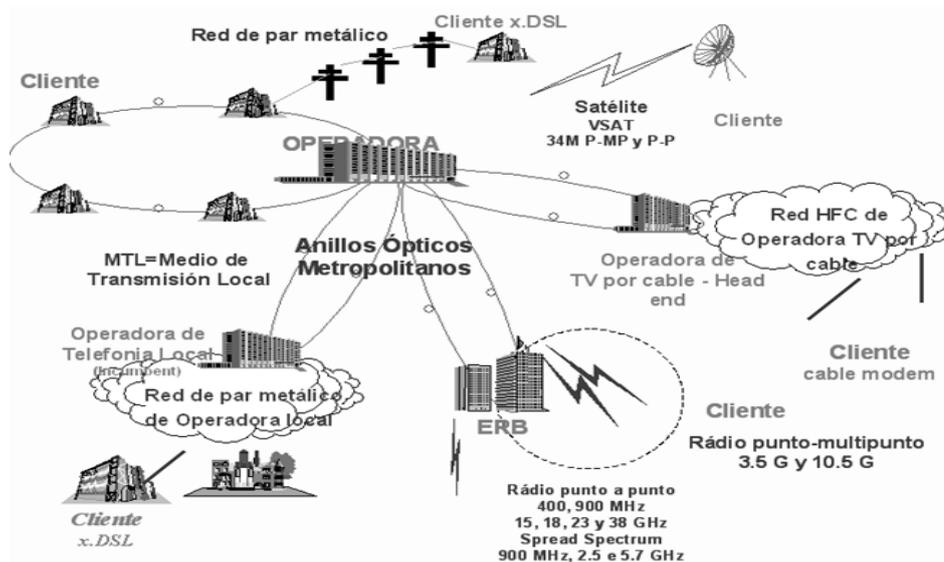


Fig. 2.26 Servicios a través de una Red de Telecomunicaciones

En la Figura 2.26 se puede ver un modelo de red válido para ofertar un gran número de servicios, en donde se distingue perfectamente lo que es la red de conmutación y transporte (red troncal) de lo que es la red de acceso. En general, la red de transporte, que contiene los sistemas de transmisión y de interconexión entre los distintos elementos de la red, puede ser válida y compartida por distintos tipos de servicios, mientras que la red de conmutación suele ser específica de servicios prestados.

Así, para proporcionar el servicio fijo y/o móvil se utilizan centrales de conmutación específicas y para el de datos se hace uso de nodos X.25, ATM, Fríame Replay, Routers IP, etc., es decir o conmutación de circuitos o conmutación de paquetes, dos técnicas bastante diferentes ya que la primera ya que la primera se comporta de manera transparente y ofrece un grado de calidad de servicios establecido, mientras que con la segunda se tiene en cuenta el protocolo utilizado y no siempre se puede garantizar un grado de calidad de servicios pero, en cambio, se hace un uso más eficiente del espectro, algo totalmente necesario cuando el número de usuarios es muy alto.

2.16 Redes de Fibra Óptica

2.16.1 Arquitecturas de Sistema

Los sistemas de comunicación de fibra óptica, desde un punto de vista arquitectónico, pueden ser clasificados en tres amplias categorías: a) enlaces punto a punto, b) redes de la difusión y de distribución y c) redes de área local (LAN)

De acuerdo a definiciones de la ITU procedemos a referenciar algunas definiciones relacionadas al sistema integrado de telecomunicaciones para el campus universitario.

2.16.1.1 Enlaces Punto a Punto

Se trata de un sistema de comunicación de una sola vía, el abonado recibe la información y además los servicios se dan por separado, como son: voz, TV, datos, etc. Los enlaces punto a punto constituyen la clase más simple de los sistemas de onda luminosa. Su rol es transportar información de un lugar a otro, a través del bit digital, reproduciéndolo tan exactamente como sea posible. La longitud del enlace puede variar desde menos de un kilómetro (transporte corto) hasta millares de kilómetros (transporte largo) dependiendo de la aplicación específica. Por ejemplo, los enlaces de datos ópticos se utilizan para conectar las computadoras y los terminales dentro del mismo edificio o entre dos edificios con una distancia relativamente corta de transmisión (<10 Km) La baja pérdida y el gran ancho de banda de las fibras ópticas no son tan relevantes en dichas transmisiones de datos; las fibras son usadas principalmente debido a sus otras ventajas, como su inmunidad a la interferencia electromagnética. En los sistemas submarinos de onda luminosa se utilizan para transmisiones

de alta velocidad a través de continentes con una longitud de acoplamiento de varios millares de kilómetros. Los factores más importantes en cuanto a la reducción de gastos de operación son: la baja pérdida y el gran ancho de banda en las fibras ópticas, en el diseño de sistemas transoceánicos.

Cuando la longitud del acoplamiento excede cierto valor, en el rango de 20-100km dependiendo de la longitud de onda de funcionamiento, llega a ser necesario compensar las pérdidas en la fibra, pues la señal llegó a ser demasiado débil para ser detectada confiablemente. Como la compensación es realizada tradicionalmente usando los repetidores, frecuentemente son llamados regeneradores debido a que regeneran la señal óptica. Un regenerador no es nada sin un par de receptores - transmisores que detecta la señal óptica entrante, recupera el bit eléctrico, y después lo convierte y modula nuevamente la fuente óptica. Las pérdidas en la fibra también pueden ser compensadas utilizando amplificadores ópticos, los cuales amplifican la corriente óptica del bit sin requerir la conversión de la señal en el campo eléctrico. Los amplificadores son especialmente valiosos para los sistemas de múltiples canales puesto que, pueden amplificar todos los canales en simultáneo.

Sin embargo, los amplificadores ópticos agregan ruido y empeoran el impacto de la dispersión y la no linealidad de la fibra porque la degradación de la señal logra acumular etapas múltiples excesivas en la amplificación. De hecho, los sistemas periódicamente amplificados son limitados generalmente por la dispersión de la fibra a menos que se utilice una técnica de compensación de la dispersión. Los regeneradores no sufren de este problema, mientras que regeneren la corriente original del bit periódicamente, y compensen así con eficacia la pérdida y dispersión en la fibra. Es común referirse a los amplificadores ópticos como repetidores ópticos para distinguirlos de los repetidores opto electrónicos.

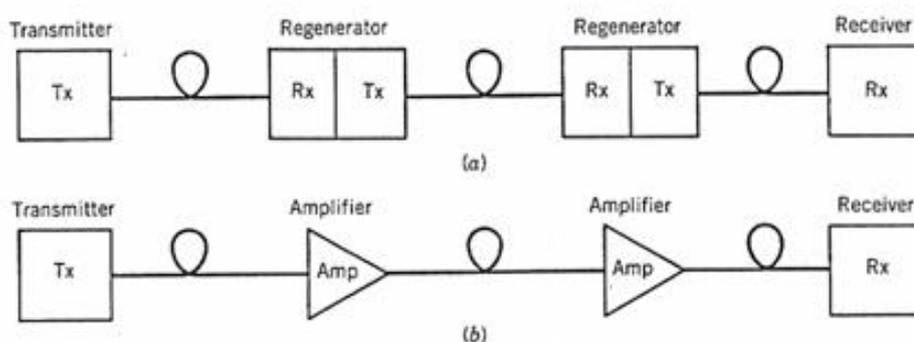


Fig. 2.27. Enlaces de fibra punto a punto con pérdida periódica, a través de: a) regeneradores y b) amplificadores ópticos. Un regenerador consiste de un receptor (Rx) seguido por un transmisor (Tx)

2.16.1.2 Redes de la Difusión y de Distribución

Muchas aplicaciones de los sistemas de comunicación óptica requieren que la información no sólo sea transmitida sino también distribuida a un grupo de suscriptores. Los ejemplos incluyen la distribución de lazo cerrado (local-loop) de los servicios telefónicos y la difusión de la televisión por cable excesiva de los canales de vídeo múltiples (CATV) “televisión de antena común” (“como-antena televisión”). El esfuerzo considerable se dirige hacia la integración de servicios de audio y video a través de una “red digital de servicios integrados” de banda ancha ISDN (Integrated Services Digital Network).

ISDN tiene la capacidad de distribuir una amplia gama de servicios, incluyendo el teléfono, el facsímil, datos de la computadora y difusiones del vídeo. Las distancias de la transmisión son relativamente cortas ($L < 50$ kilómetros), pero el índice binario puede ser tan alto como 10 Gbps para una super ISDN de banda ancha.

Fig. 2.28 Se muestra dos topologías para las redes de distribución. En el caso de la topología de hub, la distribución del canal ocurre en las localizaciones centrales (o hubs) en donde automáticamente una conexión cruzada facilita a los canales de los switches el dominio eléctrico. El rol de la fibra es similar al caso de acoplamiento punto a punto. Puesto que el ancho de banda de la fibra es generalmente mucho más grande que la requerida por una sola oficina, varias oficinas pueden compartir un solo hilo de fibra dirigido hacia las redes de teléfono principales del hub, empleando la topología de hub para la distribución de canales de audio dentro de una ciudad.

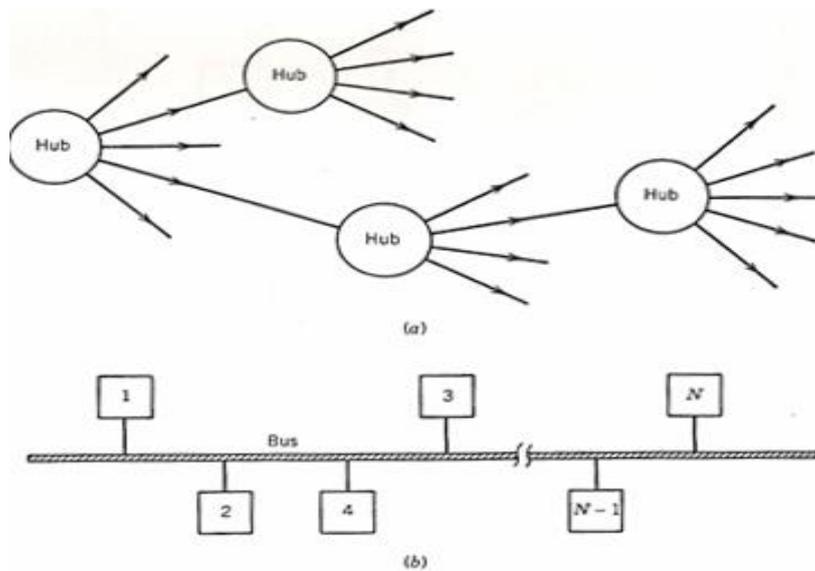


Fig. 2.28. (a) Topología Hub y (b) Topología bus para redes de distribución

2.17 Redes de Área Local (LAN)

Muchos usos de la tecnología de comunicación óptica de la fibra requieren las redes en las cuales se interconectan a una gran cantidad de usuarios dentro de una área local (ejemplo, un campus de la universidad) de manera tal que cualquier usuario pueda tener acceso aleatorio a la red para transmitir datos a cualquier otro usuario. Tales redes se llaman “redes de área local” (LANs) y han atraído gran atención. Las distancias de la transmisión son (<10 km.) y las pérdidas de señal en la fibra no son mayores. La motivación principal detrás del uso de fibras ópticas es el gran ancho de banda ofrecido por los sistemas de comunicación óptica de fibra.

La diferencia principal entre las redes de distribución y LANs se relaciona con el acceso al azar ofrecido a los usuarios múltiples de una LAN. La arquitectura del sistema desempeña un papel importante en LANs, porque el establecimiento de las reglas predefinidas del protocolo es una necesidad en tal ambiente. Se conoce tres tipos de topologías de uso general: bus, el anillo, y configuraciones de la estrella. La topología bus es similar a la demostrada en la Fig. 2.28 (b). Un ejemplo bien conocido de la topología del bus proviene por Ethernet, un protocolo de red usado para conectar múltiples computadoras y por el Internet. Ethernet funciona en 10 Mb/s (o en 100 Mb/s en la segunda generación) usando un protocolo basado en el acceso múltiple de sentido de portador (CSMA) con la detección de la colisión. Aunque la arquitectura del LAN de Ethernet ha demostrado ser absolutamente acertada en cuanto a los cables coaxiales que se utilizan para la topología bus; sin embargo, un número de dificultades

se presentan cuando se utilizan las fibras ópticas. Una limitación importante se relaciona con la pérdida en cada tap, que limita el número de usuarios.

Las LAN constan de los siguientes componentes:

- Computadores
- Tarjetas de interfaz de red
- Dispositivos periféricos
- Medios de networking
- Dispositivos de networking

Las LAN permiten a las empresas aplicar tecnología informática para compartir localmente archivos e impresoras de manera eficiente, y posibilitar las comunicaciones internas. Un buen ejemplo de esta tecnología es el correo electrónico. Lo que hacen es conectar los datos, las comunicaciones locales y los equipos informáticos.

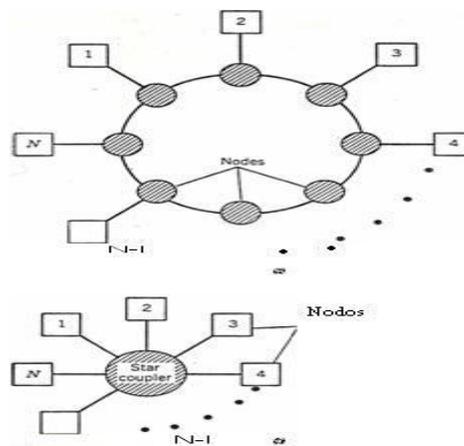


Fig. 2.29 (a) Topología anillo y (b) Topología estrella para redes de área local

Algunas de las tecnologías comunes de LAN son: TCP/IP, Ethernet, Token Ring , FDDI, ATM; una tecnología actual LAN: **IP/MPLS**

2.18 Redes WAN

Las WAN interconectan las LAN, que a su vez proporcionan acceso a los computadores o a los servidores de archivos ubicados en otros lugares. Como las WAN conectan redes de usuarios dentro de un área geográfica extensa, permiten que las empresas se comuniquen entre sí a través de grandes distancias. Las WAN permiten que los computadores, impresoras y otros dispositivos de una LAN compartan y sean compartidas por redes en sitios distantes. Las WAN proporcionan comunicaciones instantáneas a través de zonas geográficas extensas. El software de colaboración brinda acceso a información en tiempo real y recursos que

permiten realizar reuniones entre personas separadas por largas distancias, en lugar de hacerlas en persona. Networking de área amplia también dio lugar a una nueva clase de trabajadores, los empleados a distancia, que no tienen que salir de sus hogares para ir a trabajar.

Las WAN están diseñadas para realizar lo siguiente:

- Operar entre áreas geográficas extensas y distantes
- Posibilitar capacidades de comunicación en tiempo real entre usuarios
- Brindar recursos remotos de tiempo completo, conectados a los servicios locales
- Brindar servicios de correo electrónico, World Wide Web, transferencia de archivos y comercio electrónico

Algunas de las tecnologías comunes de WAN son:

- Módems
- Red digital de servicios integrados (RDSI)
- Línea de suscripción digital (DSL - Digital Subscriber Line)
- Frame Relay
- Series de portadoras para EE.UU. (T) y Europa (E): T1, E1, T3, E3
- Red óptica síncrona (SONET)

2.19 Redes MAN

La MAN es una red que abarca un área metropolitana, como, por ejemplo, una ciudad o una zona suburbana. Una MAN generalmente consta de una o más LAN dentro de un área geográfica común. Por ejemplo, un banco con varias sucursales puede utilizar una MAN. Normalmente, se utiliza un proveedor de servicios para conectar dos o más sitios LAN utilizando líneas privadas de comunicación o servicios ópticos. También se puede crear una MAN usando tecnologías de puente inalámbrico enviando haces de luz a través de áreas públicas.

Una SAN es una red dedicada, de alto rendimiento, que se utiliza para trasladar datos entre servidores y recursos de almacenamiento. Al tratarse de una red separada y dedicada, evita todo conflicto de tráfico entre clientes y servidores.

La tecnología SAN permite conectividad de alta velocidad, de servidor a almacenamiento, almacenamiento a almacenamiento, o servidor a servidor. Este método usa una infraestructura de red por separado, evitando así cualquier problema asociado con la conectividad de las redes existentes.

2.20 Redes SAN (Storage Área Network)

SAN, una red especializada para almacenamiento, es una arquitectura que une diversos dispositivos como si fuesen uno solo y en ella los sistemas están disponibles para todos los servidores. Las redes de almacenamiento son un aspecto central de la arquitectura de Centro de Datos de Cisco 3.0 de próxima generación que proporciona:

- Protección de la inversión

Primera, segunda y tercera generación pueden coexistir en los chasis existentes y albergar nuevas configuraciones de switches.

- Capacidad de virtualización

La virtualización del almacenamiento permite utilizar los distintos recursos TI como un único conjunto de servicios compartidos que pueden combinarse y re-combinarse para mejorar su eficiencias y posibilitar una escalabilidad ágil.

- Seguridad

Los datos están siempre protegidos, tanto si están en reposo como si están siendo transportados, replicados o almacenados en cinta o cabina de almacenamiento.

- Consolidación

Los profesionales de almacenamiento pueden consolidar los recursos utilizando las ventajas de la escalabilidad y la inteligencia de las plataformas SAN.

- Disponibilidad

Permite el acceso instantáneo a los datos desde cualquier capa, para la recuperación ante desastres.

- Rendimiento: Las SAN permiten el acceso concurrente de matrices de disco o cinta por dos o más servidores a alta velocidad, proporcionando un mejor rendimiento del sistema.

- **Disponibilidad:** Las SAN tienen una tolerancia incorporada a los desastres, ya que se puede hacer una copia exacta de los datos mediante una SAN hasta una distancia de 10 kilómetros (km) o 6,2 millas.

- **Escalabilidad:** Al igual que una LAN/WAN, puede usar una amplia gama de tecnologías. Esto permite la fácil reubicación de datos de copia de seguridad, operaciones, migración de archivos, y duplicación de datos entre sistemas.

Tabla N° 2.11 Tipos de redes de datos

Distancia entre las CPU	Ubicación de las CPU	Nombre
0.1m	Placa de circuitoimpreso/ Asistente personal de datos	Motherboard Red de Área personal (PAN)
1.0m	Milímetro Mainframe	Red del sistema de la computadora
10m	Habitación	Red de área local (LAN) Su aula
100m	Edificio	Red de área local (LAN) Su escuela
1000m=1km	Campus	Red de área local (LAN) Universidad de Ingeniería
100,000=100km	País	Red de área local (LAN) Cisco System, Inc.
1,000,000m=1,000km	Continente	Red de área amplia (WAN) África
10,000,000=10,000km	Planeta	Wide Area Network (WAN) The internet
100,000,000=100,000km	Earth-moon system	Red de área amplia (WAN) Tierra y satélites artificiales

CAPITULO III
DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE TELECOMUNICACIONES PARA
EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA

3.1. Descripción del Campus UNI

Se cuenta implementada la tecnología Ethernet IEEE 802.3 (estándar 10, 100, 1000 Mbps sobre cobre UTP y 1000 SX sobre Fibra Óptica Multimodo, y 1000LX sobre Fibra Óptica Monomodo), en la red actual.

La red de datos experimenta un crecimiento sostenido de usuarios terminales, desde 400 terminales en el año 1997 hasta 3369^v terminales a fines de enero del 2011.

El Campus de la Universidad Nacional de Ingeniería está estructurado por once Facultades, el Pabellón Central y otras dependencias administrativas descentralizadas, siendo el CTIC el órgano cuya función principal es el desarrollo y procesamiento de sistemas de información, encargado de la administración de la red informática del Campus.

Usuarios internos:

Docentes principales a dedicación exclusiva y docentes que laboren con acceso a la red UNI, en las diferentes facultades o dependencias del Campus; el acceso a la red puede ser desde cualquier dependencia que se encuentre adentro o fuera del Campus.

Estudiantes universitarios de todas las facultades del Campus.

Personal administrativo que labore interactuando con la red UNI, ejerciendo las responsabilidades exigentes que demanden versatilidad en la red de telecomunicaciones UNI.

Usuarios externos (Clientes):

Alumnos que reciben cursos presenciales o virtuales a través de los centros de enseñanza de las diferentes facultades o dependencias del Pabellón Central, los centros de enseñanza

^v Según VIII Encuesta Nacional de Recursos Informáticos de la Administración Pública, al 22 /01/ 2011.

pueden estar dentro o fuera del Campus UNI.

Los programas Hoy en día las diferentes instituciones públicas en general y en la mayoría de las PYMES emplean tecnologías de la información implementadas independientemente de acuerdo a sus requerimientos, sin embargo de acuerdo al desarrollo vertiginoso tecnológico en el rubro de las telecomunicaciones es posible optar por servicios integrados.

Los servicios brindados según el tipo de tráfico se muestran a continuación:

Tráfico de datos (internet), se da entre PC's (terminales), servidores, impresoras, scanner, equipos de monitoreo, UPS, lectoras, routers, switches e incluso hubs.

Tráfico de telefonía analógica, se da entre una PBX analógica y 600 teléfonos anexos equipos telefónicos, servidores de telefonía, PBX analógica, etc.

Tráfico de videoconferencia, en eventos culturales patrocinados por la UNI.

Tráfico de red inalámbrica local, en una gran mayoría de oficinas administrativas independiente una de otra.

3.2. Cuantificación de los Servicios

Las redes de todas las facultades o dependencias del Pabellón Central se podrán interconectar mediante las Redes de Información Inteligente basadas en una infraestructura de red convergente consolidada. Los tráficos de cada servicio se basan en protocolos que permitan ajustar parámetros de calidad de servicio.

Los diferentes servicios se encuentran distribuidos en las once facultades, Pabellón Central y dependencias dentro y fuera del Campus Universitario.

Quiénes se encuentran en las diferentes áreas del Campus, indicadas en la Tabla N° 3.1

3.2.1. Conceptos de calidad servicio

En una red tradicional donde no hay convergencia entre el tráfico de datos con el tráfico de voz en un solo medio de transporte; donde las estrategias de calidad de servicio están pensadas en los paquetes IP más que en los paquetes de voz, en este tipo de red donde no hay convergencia, las redes son separadas, la voz tiene un comportamiento más constante mientras que la red de datos tiene un comportamiento tipo ráfaga

En una red convergente el ancho de banda es compartido entre un tráfico prioritario y no prioritario la voz y el vídeo son sensibles al delay, es sensible a la pérdida de paquetes, por tal motivo se debe dar prioridad a la voz que necesita para que el tráfico sea transportado con un buen performance.

Características que necesita una red convergente:

a.- Garantizar ancho de banda para el tráfico de voz; se necesita garantizar el ancho de banda para la voz, separando los tráficos de voz y datos se puede garantizar la calidad de voz. El ancho de banda es variable en la red

Tabla N° 3.1 Descripción de las facultades y dependencias del Campus UNI

		Cantidad de Puntos			
Facultad o dependencia		Datos	Vídeo	Inalámbrico	Voz
Facultad	FIM	400	24	24	55
	FIQT	146	18	18	17
	FIA	72	15	15	30
	FIEE	589	21	21	50
	FC	157	13	13	23
	FIC	259	24	24	51
	FIECS	290	11	11	16
	FIGMM	256	15	15	43
	FAUA	172	23	23	24
	FIP	64	9	9	20
	FIIS	1098	19	19	46
Dependencia	Pabellón Central	415	3	3	84
	Total	3918	195	195	459

b.- Delay end to end; el tiempo que le toma a un paquete IP cruzar la red de un extremo a otro y regresar. Este depende de muchos factores como el ancho de banda, trayectoria.

c.- Jitter, es el tiempo promedio que se debe esperar para que llegue el siguiente paquete de voz, este debe de ser casi constante para que los dispositivos de voz puedan manejar funciones estadísticas.

d.- Paquet Loss; pérdida de paquetes, según funciones estadísticas se puede reconstruir un paquete 1 de 100, si se pierde más de uno afectaría la calidad de la voz.

En una red que maneja tráfico convergente la congestión podría matar a los paquetes de voz por time out, no se pueden demorar los paquetes de voz en llegar a su destino.

Para garantizar un eficiente uso del ancho de banda se debería:

Incrementar el ancho de banda o comprimir datos dentro de estrategias de compresión, 20ms de voz ocuparía 20 bytes, 40 bytes de header y 20 bytes de data. Si el tráfico de voz es de 3Mb y el ancho de banda es de 4Mb, entonces justificaría la compresión del header RTP, al comprimir se puede tener un buen porcentaje de ahorro.

Manejar una buena estrategia de encolamiento, si hay una interface Ethernet de 512Kb hacia la LAN y una interface de la WAN de 4Mb, establecer prioridades logrando separar los datos de los de datos.

Tipos de Delay (retraso)

Processing delay, parámetro que no se puede cambiar del router y su puerto de voz.

Queuing delay, depende de la estrategia de encolamiento.

Serialization delay, tiempo que le toma al router en poner los datos sobre el medio físico, para que sean propagados, depende del router y del ancho de banda.

Propagation delay, similar a serialization delay, depende del medio físico, propagar paquetes IP a través de un enlace de cobre, fibra óptica, o mandarlo a tras del satélite. Tiempo de viaje de un paquete IP a través de un determinado medio físico, si es Ethernet, fibra o el aire.

Cómo se reduce delay?

Reduciendo parámetros fijos o variables. Incrementando ancho de banda, otra manera puede ser que los paquetes más importantes sean enviados primero. Utilizando estrategias RTP, priorizar paquetes IP,

Cómo se evita pérdida de paquetes de voz, evitar congestión para que no ocurra Tail drops. Se puede evitar incrementando el ancho de banda.

Reduciendo Packet Loss en una red

En el caso de datos se puede administrar la congestión mediando flow control presente en TCP, en cambio no se puede administrar manualmente la voz ya que los paquetes de voz usan UDP que no presenta flow control; entonces al producirse una congestión en el tráfico de voz se pierden los paquetes producto por que las colas se llenan; la solución es evitar la congestión, aumentar el ancho de banda, reservar ancho de banda para la voz, manejar estrategias de encolamiento más eficientes que eviten la congestión, cisco usa una denominada WRED (waited random early detection), estrategia para evitar la congestión.

Calidad de Servicio.-Es proporcionarle los recursos a las aplicaciones para que se ejecuten con mayor performance, en una red de servicios inteligentes, lo que harían las aplicaciones dentro de la red, es viajar a través de la red y los dispositivos de red que van recibiendo el tráfico deben ser capaz de entender, reconocer y proporcionales los recursos necesarios para que el trafico viaje por la red de la manera más óptima, los dispositivos dentro de una red de servicios deben reconocer si el tráfico es de voz, de vídeo o data y en función al tipo de tráfico asignarle recursos.

El administrador de la red debe configurar routers, switches, access point, firewalls, lan controller para identificar el tráfico que pase por ellos y asignarle recursos; controlar el delay, packet loss, etc.

Cada usuario en cada facultad necesita un promedio de 90kbps (según pruebas) en promedio, para desarrollar sus labores, como consultas y/o otras actividades por la que requiera acceder a los servidores y solo un estimado de 55% (debido al tipo de función q realiza) de usuarios se conectará a la vez a la sede principal.

N° de PCs para la Facultad FIM = 400

Tráfico Datos por facultad = $400 \times 55\% \times 90\text{kbps} = 19800 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $19800 \text{ Kbps} \times 60\% = 11880 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $19800 \text{ Kbps} - 11880 \text{ Kbps} = 7920 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIQT =146

Tráfico Datos por facultad = $146 \times 55\% \times 90\text{kbps} = 7227 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $7227 \text{ Kbps} \times 60\% = 4336.2 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $7227 \text{ Kbps} - 4336.2 \text{ Kbps} = 2890.8 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIA=72

Tráfico Datos por facultad = $72 \times 55\% \times 90\text{kbps} = 3564 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $3564 \text{ Kbps} \times 60\% = 2138.4 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $3564 \text{ Kbps} - 2138.4 \text{ Kbps} = 1425.6 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIEE=589

Tráfico Datos por facultad = $589 \times 55\% \times 90\text{kbps} = 29156 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $29156 \text{ Kbps} \times 60\% = 17793.3 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $29156 \text{ Kbps} - 17793.3 \text{ Kbps} = 11662.2 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FC = 157

Tráfico Datos por facultad = $157 \times 55\% \times 90 \text{ Kbps} = 7772 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $7772 \text{ Kbps} \times 60\% = 4662.9 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $7772 \text{ Kbps} - 4662.9 \text{ Kbps} = 3108.6 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIC = 259

Tráfico Datos por facultad = $259 \times 55\% \times 90 \text{ Kbps} = 12821 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $12821 \text{ Kbps} \times 60\% = 7692.3 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $12821 \text{ Kbps} - 7692.3 \text{ Kbps} = 5128.2 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIECS = 290

Tráfico Datos por facultad = $290 \times 55\% \times 90 \text{ Kbps} = 14355 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $14355 \text{ Kbps} \times 60\% = 8613 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $14355 \text{ Kbps} - 8613 \text{ Kbps} = 5742 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIGMM = 256

Tráfico Datos por facultad = $256 \times 55\% \times 90 \text{ Kbps} = 12672 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $12672 \text{ Kbps} \times 60\% = 7603.2 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $12672 \text{ Kbps} - 7603.2 \text{ Kbps} = 5068.8 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FAUA = 172

Tráfico Datos por facultad = $172 \times 55\% \times 90 \text{ Kbps} = 8514 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $8514 \text{ Kbps} \times 60\% = 5108.4 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $8514 \text{ Kbps} - 5108.4 \text{ Kbps} = 3405.6 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIP = 64

Tráfico Datos por facultad = $64 \times 55\% \times 90 \text{Kbps} = 3168 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $3168 \text{ Kbps} \times 60\% = 1900.8 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $3168 \text{ Kbps} - 1900.8 \text{ Kbps} = 1267.2 \text{ Kbps datos no críticos}$

N° de PCs para la Facultad FIIS = 1098

Tráfico Datos por facultad = $1098 \times 55\% \times 90 \text{Kbps} = 54351 \text{ Kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $54351 \text{ Kbps} \times 60\% = 32610.6 \text{ Datos críticos}$

Datos no críticos = $54351 \text{ Kbps} - 32610.6 \text{ Kbps} = 21740.4 \text{ Kbps datos no críticos}$

Tráfico de datos de las 11 facultades = $7920 \text{ Kbps} + 2890.8 \text{ Kbps} + 1425.6 \text{ Kbps} + 11662.2 \text{ Kbps} + 3108.2 \text{ Kbps} + 5128.2 \text{ Kbps} + 5742 \text{ Kbps} + 5068.8 \text{ Kbps} + 3405.6 \text{ Kbps} + 1267.2 \text{ Kbps} + 21740.4 \text{ Kbps} = 69.359 \text{ Mbps}$

No todas las facultades se conectan al mismo tiempo, por ello se considera que un 70% de este tráfico debe garantizarse con la sede principal

Tráfico de datos de las 11 facultades a garantizar = $173.4 \text{ Mbps} \times 70\% = 121.38 \text{ Mbps}$

Tráfico de datos críticos a garantizar $121.38 \text{ Kbps} \times 60\% = 72.828 \text{ Mbps}$

Tráfico de datos No críticos a garantizar $121.38 - 72.828 = 48.552 \text{ Mbps}$

Cada usuario en el site secundario (Pabellón Central) necesita un promedio de 120 Kbps (según prueba) de acceso hacia el site principal donde se encuentran los servidores y solo un estimado de 30% de usuarios se conectarán a la vez.

Tráfico de datos del site secundario (Pabellón Central) = $84 \times 30\% \times 120 \text{kbps} = 3024 \text{kbps}$

De este tráfico se considera que el 60% podrá llegar a ser datos críticos

Máximo datos críticos = $3024 \text{ Kbps} \times 60\% = 1814.4 \text{ Kbps datos críticos}$

Con esto se garantiza que en este caso de saturación del enlace los datos críticos tendrán prioridad para ocupar el 60% del enlace es igual al tráfico de datos del site secundario - Max Datos críticos.

Datos no críticos = $3024 - 1814.4 = 1209.6 \text{ Kbps}$

En resumen el tráfico de datos críticos y no críticos del enlace principal y secundario se calcula considerando lo que es consumido por todos las facultades. En la tabla N° 3.1 se observa el resumen de los anchos de banda necesaria para acceso de datos.

Datos críticos: $72.83 \text{ Mbps} + 1.81 \text{ Mbps} = 74.64 \text{ Mbps}$

Datos no críticos: $48.55 \text{ Mbps} + 1.2 \text{ Mbps} = 49.75 \text{ Mbps}$

Realizando los cálculos del ancho de banda en la red de datos se obtiene un total de 124.39 Mbps, considerando los datos críticos y no críticos, de las once facultades y del Pabellón Central.

Tabla N°3.2 Ancho de banda

Sede	Pisos	Cantidad Sedes	Usuarios	PCs	Ancho Banda Datos Críticos Mbps	Ancho Banda Datos No Críticos Mbps	Ancho Banda total Mbps
Facultades	3	11	3503	3503	72.828	48.552	121.38
Pabellón Central	2	1	415	415	1.81	1.20	3.01

3.2.1.1| Servicio de Telefonía

Para establecer la intensidad del tráfico pico producido por causas extraordinarias.

Para establecer la intensidad de tráfico a soportar se considera el periodo de tiempo de 60 minutos consecutivos de mayor volumen de tráfico. Como unidad de tráfico se tiene el Erlang que es la intensidad de tráfico de un canal o grupo de canales en el que el tiempo de observación coincide con el tiempo total de ocupación, entendiendo por tal suma de los tiempos de ocupación parciales del canal o canales que se consideren.

Siendo t_{oc} el tiempo de ocupación total n hora pico:

T: tiempo de observación

n : número de canal

$$A = \frac{\sum_{i=0}^n (t_{oc})^i}{T}$$

Dimensionamiento de Troncales E1

$$A = \frac{459 \text{ llamadas} * 80 \text{ s}}{3600 \text{ s}} = 10.2 \text{ Erlang}$$

Se tiene: $A = 10.2 \text{ Erlang}$

Con un tráfico de 10.2 y una probabilidad de pérdida de 1% le corresponde 18 canales, según Tabla N° 3.3a pero debido a que el ISP de las troncales solo facilitan en grupos de 15, se necesitaría una troncal E1 de 30 canales para el Pabellón Central y las Facultades.

En la tabla N° 3.3 de Erlang se muestra de donde se obtuvo los canales a necesitar.

$$A = 340 * 90 \text{ s} / 3600 \text{ s} = 8.5 \text{ Erlang}$$

Se tiene $A = 8.5 \text{ Erlang}$ (Para recepción de llamadas)

$$A = 375 * 90 \text{ s} / 3600 \text{ s} = 9.375 \text{ Erlang}$$

Se tiene $A = 9.375 \text{ Erlang}$ (Para salida de llamadas)

Con un tráfico de 8.5 Erlang se necesitan 16 canales

Con un tráfico de 9.375 Erlang se necesita 17 canales

En la tabla N° 3.3 se muestra de donde se obtuvieron los canales a necesitar. En total se necesitan 33 canales en hora pico, con este dato se puede dimensionar la cantidad de troncales a contratar,

Tabla N° 3.3 a.-Tabla de Erlang 1

N	Loss probability (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
1	0.00705	0.00806	0.00908	0.01010	0.02041	0.03093	0.05263	0.11111	0.25000	0.66667	1
2	0.12600	0.13532	0.14416	0.15259	0.22347	0.28155	0.38132	0.59543	1.00000	2.00000	2
3	0.39664	0.41757	0.43711	0.45549	0.60221	0.71513	0.89940	1.27080	1.92990	3.47980	3
4	0.77729	0.81029	0.84085	0.86942	1.09230	1.25890	1.52460	2.04540	2.94520	5.02100	4
5	1.23620	1.28100	1.32230	1.36080	1.65710	1.87520	2.21850	2.88110	4.01040	6.59550	5
6	1.75310	1.80930	1.86100	1.90900	2.27590	2.54310	2.96030	3.75840	5.10860	8.19070	6
7	2.31490	2.38200	2.44370	2.50090	2.93540	3.24970	3.73780	4.66620	6.23020	9.79980	7
8	2.91250	2.99020	3.06150	3.12760	3.62710	3.98650	4.54300	5.59710	7.36920	11.41900	8
9	3.53950	3.62740	3.70800	3.78250	4.34470	4.74790	5.37020	6.54640	8.52170	13.04500	9
10	4.19110	4.28890	4.37840	4.46120	5.08400	5.52940	6.21570	7.51060	9.68500	14.67700	10
11	4.86370	4.97090	5.06910	5.15990	5.84150	6.32800	7.07640	8.48710	10.85700	16.31400	11
12	5.55430	5.67080	5.77740	5.87600	6.61470	7.14100	7.95010	9.47400	12.03600	17.95400	12
13	6.26070	6.38630	6.50110	6.60720	7.40150	7.96670	8.83490	10.47000	13.22200	19.59800	13
14	6.98110	7.11550	7.23820	7.35170	8.20030	8.80350	9.72950	11.47300	14.41300	21.24300	14
15	7.71390	7.85680	7.98740	8.10800	9.00960	9.65000	10.63300	12.48400	15.60800	22.89100	15
16	8.45790	8.60920	8.74740	8.87500	9.82840	10.50500	11.54400	13.50000	16.80700	24.54100	16
17	9.21190	9.37140	9.51710	9.65160	10.65600	11.36800	12.46100	14.52200	18.01000	26.19200	17
18	9.97510	10.14300	10.29600	10.41700	11.49100	12.23800	13.38500	15.54800	19.21600	27.84400	18
19	10.74700	10.92200	11.08200	11.23000	12.33300	13.11500	14.31500	16.67900	20.42400	29.49800	19
20	11.52600	11.70900	11.87600	12.03100	13.18200	13.99700	15.24900	17.61300	21.63500	31.15200	20
21	12.31200	12.50300	12.67700	12.83800	14.03600	14.88500	16.18900	18.65100	22.84800	32.80800	21
22	13.10500	13.30300	13.48400	13.65100	14.89600	15.77800	17.13200	19.69200	24.06400	34.46400	22
23	13.90400	14.11000	14.29700	14.47000	15.76100	16.67500	18.08000	20.73700	25.28100	36.12100	23
24	14.70900	14.92200	15.11600	15.29500	16.63100	17.57700	19.03100	21.78400	26.49900	37.77900	24
25	15.51900	15.73900	15.93900	16.19500	17.50500	18.48300	19.98500	22.83300	27.72000	39.43700	25
26	16.33400	16.56100	16.76800	16.95900	18.38300	19.39200	20.94300	23.88500	28.94100	41.09600	26
27	17.15300	17.38700	17.60100	17.79700	19.26500	20.30500	21.90400	24.93900	30.16400	42.75500	27
28	17.97700	18.21800	18.43800	18.64000	20.15000	21.22100	22.86700	25.99500	31.38800	44.41400	28
29	18.80500	19.05300	19.27900	19.48700	21.03900	22.14000	23.83300	27.05300	32.61400	46.07400	29
30	19.63700	19.89100	20.12300	20.33700	21.93200	23.06200	24.80200	28.11300	33.84000	47.73500	30

Tabla N° 3.3 b.-Tabla de Erlang 2

se tiene un 2 E1 (60 canales) con 27 canales adicionales proyectados para el futuro crecimiento.

En total se tiene 1 troncal E1 para el Pabellón Central y 2E1 para usuarios de las facultades (llamadas entrantes y salidas). En la tabla N°3.3 se tiene el resumen de las troncales E1.

a) Dimensionamiento WAN

Para determinar, se espera en hora pico 375 llamadas con el nodo principal (que es donde se encuentra la mayoría de usuarios) estas llamadas corresponden a todas las llamadas salientes ya sea por la PSTN (POTS) o hacia otro site y/o agencia, también las llamadas que son recibidas, se espera una atención promedio de 120s, la posibilidad de encontrar el sistema ocupado debe ser como máximo 0.01% $A=12.5$ Erlang.

n=1-29

Offered traffic flow A in erlang

n	Loss probability (E)							n
	0.00001	0.00005	0.0001	0.0005	0.001	0.002	0.003	
1	0.00001	0.00005	0.00010	0.00050	0.00100	0.00200	0.00301	1
2	0.00448	0.01005	0.01425	0.03213	0.04576	0.06534	0.08064	2
3	0.03980	0.06849	0.08683	0.15170	0.19384	0.24872	0.28851	3
4	0.12855	0.19554	0.23471	0.36236	0.43927	0.53503	0.60209	4
5	0.27584	0.38851	0.45195	0.64857	0.76212	0.89986	0.99446	5
6	0.47596	0.63923	0.72826	0.99567	1.14590	1.32520	1.44680	6
7	0.72378	0.93919	1.05410	1.39220	1.57860	1.79840	1.94630	7
8	1.01330	1.28160	1.42190	1.82980	2.05130	2.31060	2.48370	8
9	1.33910	1.65950	1.82560	2.30160	2.55750	2.85490	3.05260	9
10	1.69700	2.06890	2.26010	2.80280	3.09200	3.42650	3.64800	10
11	2.08490	2.50590	2.72160	3.32940	3.65110	4.02150	4.26610	11
12	2.49580	2.96710	3.20720	3.87810	4.23140	4.63680	4.90380	12
13	2.92940	3.45000	3.71360	4.44650	4.83060	5.27000	5.55880	13
14	3.38340	3.95230	4.23880	5.03240	5.44640	5.91900	6.22910	14
15	3.85590	4.47210	4.78120	5.63390	6.07720	6.58220	6.91300	15
16	4.34530	5.00790	5.33900	6.24960	6.72150	7.25820	7.60910	16
17	4.85020	5.55830	5.91100	6.87820	7.37810	7.94570	8.31640	17
18	5.36930	6.12200	6.49590	7.51860	8.04590	8.64370	9.03390	18
19	5.90160	6.69800	7.09270	8.16980	8.72390	9.35150	9.76060	19
20	6.44600	7.28540	7.70050	8.83100	9.41150	10.06800	10.49600	20
21	7.00170	7.88340	8.31800	9.50140	10.81200	10.79300	11.23900	21
22	7.56800	8.49260	8.94620	10.18000	11.52400	11.52500	11.98900	22
23	8.14430	9.10950	9.58260	10.86800	12.24300	12.26500	12.74600	23
24	8.72980	9.73510	10.22700	11.56200	12.96900	13.01100	13.51000	24
25	9.32400	10.36900	10.88000	12.26400	13.70100	13.76300	14.27900	25
26	9.92650	11.01000	11.54000	12.97200	14.43900	14.52200	15.05400	26
27	10.53700	11.65900	12.20700	13.68600	15.18200	15.28500	15.83500	27
28	11.15400	12.31400	12.88000	14.40600	15.93000	16.05400	16.62000	28
29	11.77900	12.97600	13.56000	15.13200	16.68400	16.82800	17.41000	29

Tabla N°3.3 Ancho de banda troncales E1

Sede	Cantidad	Pisos	Usuarios	PCs	Cantidad Teléfonos	Troncales E1
Facultades	11	3	3503	3503	375	2
P. Central	1	2	415	415	84	1

Con un tráfico de 12.5 Erlang se necesitan 28 canales según Tabla 3.3b .Cada canal con la telefonía IP implementada consumirá 32kbps se necesita $28 \times 32 = 0.896 \text{Mbps}$. Para cubrir futuras necesidades y poder contener todas las llamada en hora pico se decide contratar un ancho de banda de 2Mbps solo para la telefonía tanto en le site principal y secundario.

Para el Pabellón Central, se espera que en hora pico realicen 84 llamadas con el site principal, se espera una atención promedio de 60s por llamada, la posibilidad de encontrar el sistema ocupado debe ser máximo 0.01%

$A = 1.4 \text{ Erlang}$

Con un tráfico de 1.4 Erlang se necesitan 8 canales según Tabla N° 3.3b. Cada canal con la telefonía IP implementada consumirá 32kbps, se necesitan $8 \times 32 = 256 \text{Kbps}$. Se contratará 256Kbps para el enlace WAN de las dependencias. En la tabla se muestra el resumen de ancho de banda en banda por sede.

Tabla N°3.4 Ancho de banda – Dimensionamiento WAN

Sede	Cantidad sedes	Pisos	Usuario	PCS	Cantidad teléfonos	Ancho banda CoS
Facultades	11	2	3503	300	375	0.896Mbps
Pab. Central	1	1	415	15	84	256kbps

Servicio de Videoconferencia

Videoconferencia Grupal o Videoconferencia sala a sala con comunicación de video comprimido a velocidades desde 64 Kbps (E0, un canal de voz) hasta 2.048 Mbps (E1, 30 canales de voz). Debido a que el trafico de este sistema por lo general es 384Kbps, y depende del momento de uso se solicita esta cantidad para el enlace WAN del site principal y secundario

Tabla N°3.5 Ancho de Banda del servicio videoconferencia

Sede	Cantidad	Pisos	Usuario	PCS	Ancho Banda
Facultades	11	2	3503	3503	384Kbps
Pabellón Central	1	2	415	415	-

Servicio de Internet

Se define 4Mbps en cada enlace de internet ya q es muy complejo medir las conexiones que hay en hora pico

Tabla N°3.6 Ancho de banda internet

Sede	Cantidad sede	Pisos	Usuarios	PCs	Ancho Banda Internet
Facultades	11	2	3503	3503	28Mbps
Pabellón Central	1	2	415	415	4Mbps

Servicio de Extranet

Se establece inicialmente un enlace de 3Mbps por acuerdo con la empresa que realiza la conexión con las otras entidades y como se menciona antes habrá un enlace de este tipo en el site principal y secundario.

Tabla N°3.7 Ancho de banda extranet

Sede	Cantidad sede	Pisos	Usuarios	PCs	Ancho Banda Extranet
Facultades	11	2	3503	3503	3 Mbps
Pabellón Central	1	2	415	415	-

Tabla N°3.8 Ancho de banda troncales

Sede	Cant. Sedes	Pisos	Usuarios	PCS	Cantidad Telefonos	BW Datos Críticos	BW Datos No críticos	BW CoS	BW Total	Troncales
Facultades	11	2	3503	3503	375	72.828	48.552	0.896	122.3	2
Pabellón Central	1	1	415	415	84	1.81	1.20	0.256	3.27	1

PRI: Interfaz Tasa Primaria usada en una RDSI

3.2.2. Red de Datos

La Topología de la Red General es una Estrella Extendida, cuyo centro es el Nodo B1 según imagen adjunta:

Nodo B1 Pabellón Central Ex Cetel

Nodo N1 Ex Centro De Cómputo

Nodo G5 Pabellón G (Facultad de Ingeniería Civil)

Nodo Q1 Pabellón Q (Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica)

Todos estos nodos suministran a su vez a 25 nodos secundarios de la siguiente forma:

11 nodos secundarios el Nodo B1 Pabellón Central

4 nodos secundarios el Nodo N1 Centro de Cómputo

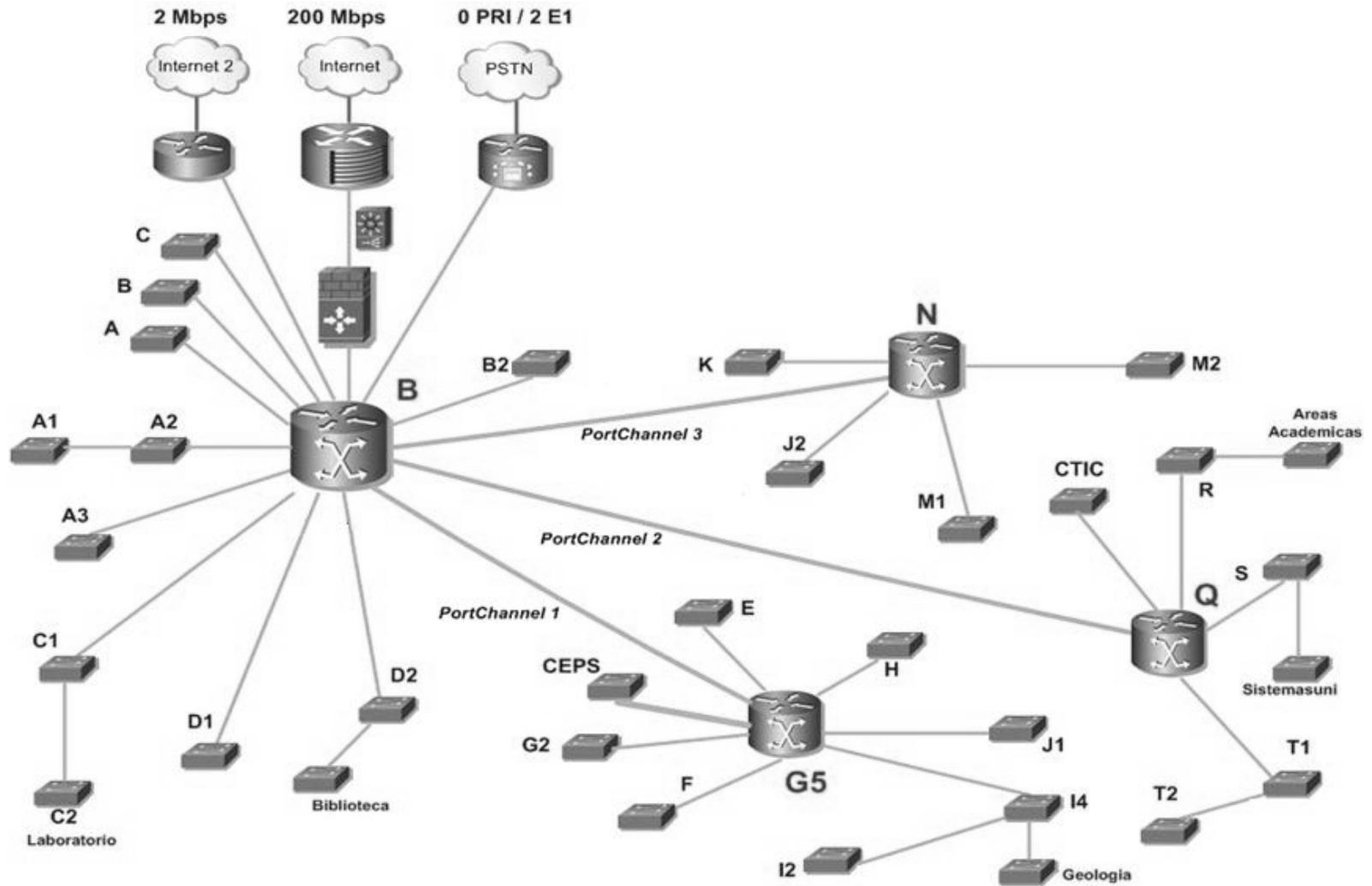
4 nodos secundarios el Nodo Q1 Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

7 nodos secundarios el nodo G5 Facultad de Ingeniería Civil

Topología.- La Topología de Red que define la estructura de la red es estrella extendida.

Características de la topología estrella extendida.-

Fig. 3.1 Diagrama de infraestructura general de la Red UNI



- La topología en estrella extendida es igual a la topología en estrella, con la diferencia de que cada nodo se conecta con el nodo central también es el centro de otra estrella.
- Se tiene un nodo central desde el que se irradian todos los enlaces hacia los demás nodos. Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes.

Ventajas:

- Fácil de implementar y de ampliar, incluso en grandes redes
- Adecuada para redes temporales (instalación rápida).
- El fallo de un nodo periférico no influirá en el comportamiento del resto de la red.
- No hay problemas con colisiones de datos, ya que cada estación tiene su propio cable al hub central.

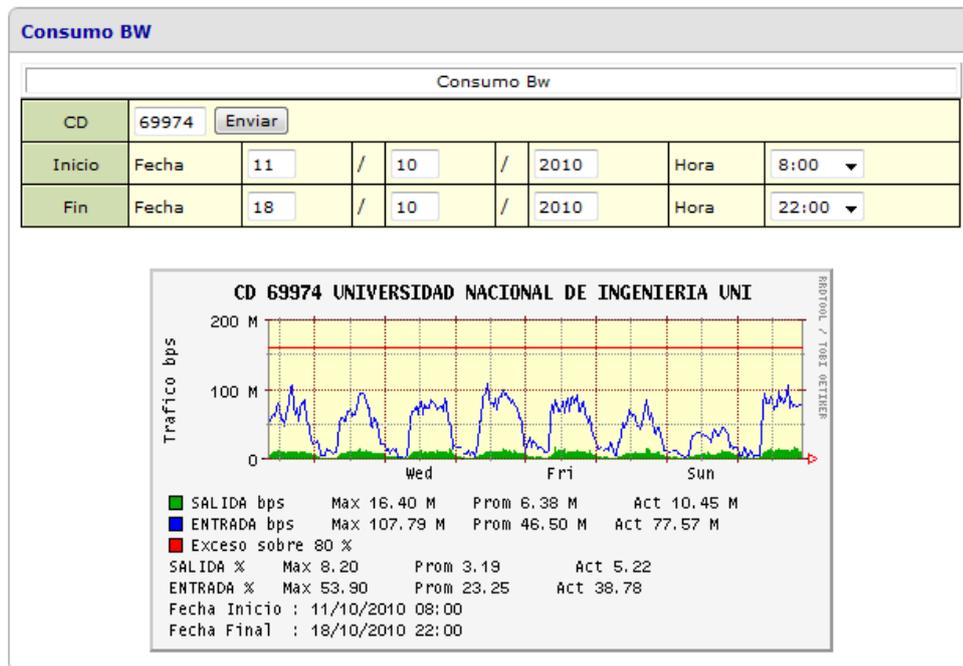
Desventajas:

- Longitud de mantenimiento pueden aumentar a largo plazo.
- Si el nodo central falla, toda la red se desconecta.
- Dependiendo del medio de transmisión, el modo central puede limitar las longitudes.
- Limitan el número de equipos que pueden ser conectados dentro de esa red.
- Cableado.- Formando la topología estrella extendida, el nodo principal se une a otros tres nodos con cable de fibra óptica monomodo unidireccional 9/125 mm (nos estamos refiriendo a la relación entre el diámetro del núcleo y el del recubrimiento); a su vez cada nodo se conecta con otros nodos a través del cable de fibra óptica multimodo 62.5/125 mm.
- En la foto 3.1 se muestra los tres pares de fibra óptica monomodo que llegan a un nodo representado por el Catalyst 3750 series.
- El Ancho de Banda contratado es de 200Mbps, del cual se consume aproximadamente el 50% de su capacidad, según se muestra en la tabla N°3.9.



• Foto 3.2 Nodo representado por el Catalyst 3750

Tabla N°3.9 Consumo de Ancho de Banda en el Traffic View



La Red de la UNI cuenta con un Sistema de Acceso a Internet externo, formado por 2 enlaces de Fibra Óptica redundantes entre sí, conectados a 2 nodos diferentes del ISP⁶; se instaló 2 equipos routers en paralelo en el Nodo Central de la Red, así como los switches redundantes para permitir la redundancia en capa 2 y capa 3, sin embargo no se aprovecha la alta disponibilidad de ruta externa del operador.

3.2.3. Red de Voz

La red de voz está representada por una PBX analógica NEC modelo NEAX 2400 SDS. NEC: 1992 S. A62-HK100B

3.3. Limitaciones en las redes de datos y telefonía.

La principal limitación de las redes es que cada red opera independientemente, es decir son redes no convergentes, por ende no podrían conformar una integrada inteligente, que brinda la integración hasta la capa de aplicación inclusive.

⁶ Internet Server Provider, en este caso es Telefónica del Perú.

- d) La red integrada de datos con la red de telefonía IP, debe consolidarse a nivel de todas las capas del modelo OSI, comenzando en la capa 1, capa 2, capa 3 hasta la capa 7 que corresponde al nivel de aplicaciones.
- e) Instalación de nuevos equipos switches en los nodos (de cada facultad o Pabellón Central) que demanden mayor tráfico de datos y/o voz y por consiguiente requieran herramientas como la calidad de servicio para mejorar su ancho de banda.
- f) Homogenizar el cableado estructurado al estándar actual, cable de cobre Categoría 6a.
- g) Realizar el servicio de mantenimiento preventivo en los nodos principales de la red y en los equipos terminales, para verificar y garantizar que el tráfico asignado sea utilizado en su totalidad.
- h) En caso de no implementar físicamente el Backbone Core IP MPLS, se puede adquirir los servicios de internet y/o telefonía IP a través de la nube IP MPLS perteneciente al operador, evitando la inversión en equipamiento. Considerando que en el contrato especifican la renovación total del equipamiento al término del contrato. Se podría optar por la contratación de 600 licencias de Softphones, según propuesta 2 planteado en el siguiente capítulo.
- i) Emplear una cantidad equivalente al 10% del número total de líneas telefónicas IP, los dispositivos denominados licéas certificadas por el operador contratado, para realizar llamadas a móviles de diversos operadores a una tarifa competente en el mercado de telefonía celular.
- j) Considerar que en el detalle del consumo minutos de servicios de voz de la UNI durante los meses de Octubre 2010 hasta Junio del 2011 se realiza llamadas equivalente a alrededor de 14 horas diarias en comunicaciones de un fijo a los móviles de los operadores Claro y Telefónica; llevándolo a términos de costos, la renta mensual es alrededor de los S/. 50 000, resultando insuficiente los servicios prestados; por tal motivo la propuesta de integrar los servicios es precisamente para emplear al máximo el ancho de banda de 200 Mbps con que cuenta el Campus UNI.

MINUTOS

Suma de Minutos	Etiquetas de columna									
Etiquetas de fila	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total general
SUMFF	66,958	61,709	64,831	52,854	59,015	87,395	42,918	50,419	49,012	535,111
Min Libres	16,893	17,259	16,949	15,793	16,299	35,260	14,517	15,650	15,960	164,580
FM Claro	24,215	25,328	26,211	22,975	24,726	42,329	22,173	22,103	21,505	231,565
FM Movistar	27,293	26,632	28,253	24,490	26,194	42,032	21,161	24,507	24,554	245,116
FM Nextel	2,625	2,544	2,674	2,311	2,643	4,714	2,249	2,394	2,331	24,485
LDI	79	34	44	26	24	106	14	7	86	420
LDNFF	1,690	1,135	1,299	850	1,586	1,393	1,052	895	685	10,585
Planes LD	434	500	413	297	447	902	376	463	497	4,329
RDSI - BRI Renta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Renta Analogicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Speedy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Serv. Suplementarios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rural	169	25		2		80	12	138	19	445
IGV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TUP	14	11	6	8	34	28	28	6	3	138
Otros	2	6	2	2	2	9	2	2	2	29
Total general	140,372	135,183	140,682	119,608	130,970	214,248	104,502	116,584	114,654	1,216,803

Fig. 3.4 Detalle del Consumo de Minutos de Servicios de Voz de la UNI durante los meses de Octubre 2010 hasta Junio del 2011 (fuente Telefónica SAA)

CAPITULO IV

INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1 Arquitectura de la red de información inteligente

Propuesta alternativa 1

Se presenta la primera propuesta de arquitectura para constituir una topología tipo IP MPLS para el Campus UNI, en la cual se muestra el equipamiento de los nodos que conforman el Backbone Core , nodos con equipamiento que representan a los enrutadores de frontera del proveedor PE- Agregator, nodos que representan a los usuarios de los enrutadores de frontera, U-PE y los nodos que representan a los enrutadores de frontera en el sitio del cliente, conectado a algún PE clientes usuarios denominados CPE.

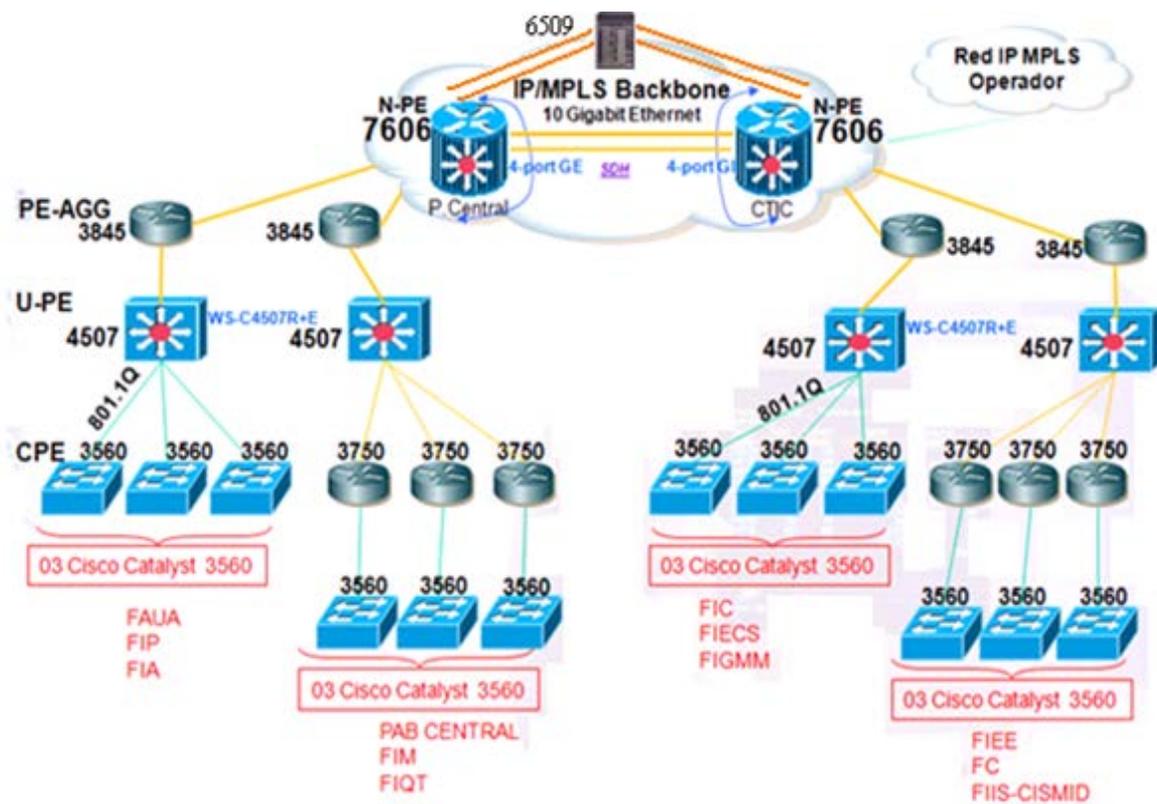


Fig. 4.1 Arquitectura IP MPLS para el Campus UNI.

Propuesta alternativa 2

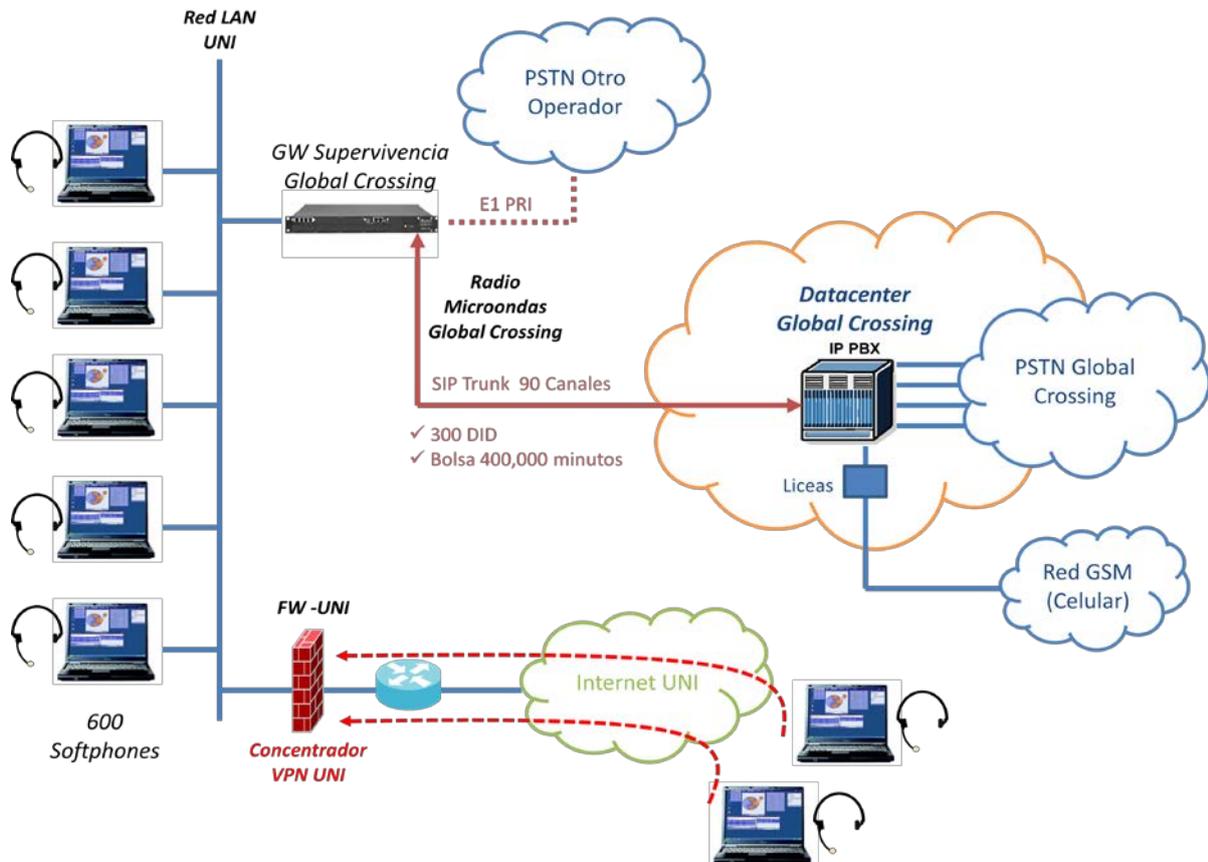


Fig. 4.2 Arquitectura IP MPLS para el Campus UNI. Propuesta 2

4.2 Diseño de la Red IP MPLS en el Campus

El diseño aplicará solo a la propuesta 1, dado que el diseño de la propuesta 2 corresponde al ISP contratado.

Se diseña un esquema de topología tipo IP MPLS en la red LAN que se desempeña como una red WAN al interior de la red del Campus Universitario.

La topología IP MPLS Backbone Core que representa al corazón de la red y está conformada por tres nodos con equipamiento mostrado en la Fig. N° 4.1, posibilita la administración de la Red de Información Inteligente con tecnología IP MPLS.

La propuesta de ingeniería plantea una solución escalable según se detalla a continuación:

- ✓ La Red mostrada estará soportado por tres Nodos Backbone Core:
 - Nodo Pabellón Central
 - Nodo CTIC
 - Nodo FIGMM
- ✓ Un router cisco 7606 en el Nodo CTIC, reemplazando al repotenciado Switch Core 6509 que maneja una tarjeta similar Supervisor Engine 720 al router 7606; un segundo router

cisco 7606 para el Nodo Pabellón Central, garantizando un Backbone Core de Alta Disponibilidad Redundante con Fibra Óptica de 10Gbps, debido a que cada router 7606 y el switch catalyst 6509 soportan 2 puertos de 10-GE y un tercer Nodo ubicado en la FIGMM con el equipo Switch Core 6509 repotenciado al Switch Core 6509E.

- ✓ La incorporación del tercer Nodo garantizará el funcionamiento de la red Backbone Core IP MPLS con alta Disponibilidad y Fiabilidad extremadamente segura.
- ✓ La incorporación de 04 WS-C4507E, 4 routers 3845, 6 routers 3750 y 12 cisco catalyst routers 3560 que redistribuirán óptimamente los flujos necesarios de ancho de banda hacia las diferentes facultades, oficinas administrativas y otras dependencias, a través de los enlaces de fibra óptica STM-1, es decir de 155Mbps.

Alta Disponibilidad

Existen tres rutas principales, desde el Nodo CTIC hacia el Nodo FIGMM, del Nodo FIGMM al Nodo Pabellón Central y del Pabellón Central hacia el Nodo CTIC; y tres rutas redundantes, desde el Nodo CTIC hacia el Nodo FIGMM, del Nodo FIGMM al Nodo Pabellón Central y del Pabellón Central hacia el Nodo CTIC

El rediseño de la topología física de la Red UNI, contribuirá para la siguiente contingencia:

- Falla en una de las rutas principales será restablecida con alguna de las rutas secundarias. Cada ruta principal alberga la acometida de Fibra Óptica del operador de Internet y concentra 1/3 de usuarios del Campus Universitario.
- Ante la falla eléctrica de alguno de los Nodos se establecería la ruta principal entre los otros dos Nodos; y aún se presente alguna falla en la ruta principal se restablecería la ruta secundaria entre los dos Nodos.

Sistema de Administración de Ancho de Banda

Dado que la Red del Campus cuenta un ancho Ancho de Banda de la dimensión de 200Mbps, se debe incluir una solución moderna para controlar dicho consumo con un Plan de Políticas que se implemente en el Hardware adecuado para dicha dimensión.

Mediante la técnica de granularización del Ancho de Banda se establece las siguientes reglas básicas:

- a) Establecimiento de un mínimo ancho de banda garantizado
- b) Establecimiento de máximo ancho de banda permitido

Además de reglas avanzadas de firmas y perfiles de acceso por computadora, para conseguir la optimización de tan valioso recurso del Internet.



Fig. 4.3 Arquitectura MPLS para el Campus UNI

Se muestra un diagrama que modela dicha solución, con el objetivo de satisfacer las necesidades requeridas en cuanto al ancho de banda en las Facultades así como en la Administración Central.

Sistema de Telefonía IP

La propuesta contempla una solución integral de hardware y software, que permite satisfacer los requerimientos y objetivos planteados por la Universidad Nacional de Ingeniería, adquiriendo Equipos de Comunicación y Transmisión de Datos que conforman también la Plataforma de Telefonía IP, permitiendo cumplir los planes a corto plazo y a la vez permite generar un valor agregado a toda la infraestructura informática. La propuesta muestra una alternativa tecnológica que hace posible la reducción de costos de hardware y costos de llamadas telefónicas en la red LAN tipo IP MPLS permitiendo la interacción de las diferentes oficinas administrativas y Facultades de la universidad. La arquitectura necesaria para los servicios de datos, telefonía y video se muestran en la Fig. 4.1

4.3 Topología del Diseño de Red

La Topología diseñada es de IP/MPLS, que soporta redundancia. El dimensionamiento WAN estará acondicionado al ancho de banda de 200Mbps contratado con el ISP.

4.4 Propuestas Técnicas Evaluadas

Se presenta dos propuestas técnicas para la implementación de la red LAN del Campus, a continuación se detalla:

Propuesta 1

Es implementar un modelo de Red Inteligente IP MPLS en el Campus de la UNI, es decir que la LAN UNI administre su propia red LAN como si se tratase de una red WAN IP MPLS, para el ISP representará un Nodo de la Red MPLS administrable por la Universidad Nacional de Ingeniería, con capacidad de administrar sus propios enlaces VPN con gran capacidad de

ancho de banda y poder establecer las prioridades del tipo de tráfico en los puertos de voz, datos y vídeo. Es una red que justifica la inversión para tener independencia y capacidad de administración como si se tratase de un operador proveedor.

El servicio IP inteligente en el cisco 7600 es posible gracias a la capacidad de conmutación multicapa de alta velocidad integrado combinado con la capa 4 del balanceo de carga del servidor, Server Load Balancing (SLB). SLB tiene una tasa de reenvío de 15 Mbps y puede soportar hasta 1 millones de conexiones simultáneas.

Adicionalmente se debe considerar que el router cisco 7606 es empleado en la implementación de redes MPLS en los operadores proveedores del país, prestando servicios masivamente, entonces se dice que la inversión se encuentra respaldada.

Propuesta 2

Se reformularía el tipo de contrato con el ISP, para integrarse a su red MPLS y adquirir un enlace VPN para la red LAN UNI como servicio.

La ventaja de la presente propuesta es el ahorro de la compra del equipamiento y una desventaja es no contar con la administración de los anchos de banda de los puertos contratados sin realizar modificaciones en el contrato con el ISP, recurriendo a un mayor gasto adicional en los servicios contratados previamente para los puertos de la red LAN del Campus, dicho de otra manera se incrementaría la renta mensual establecida.

A continuación se detalla los términos del ISP para acceder a una red IP mediante software instalado en cada PC o Laptop que pertenezca a la red LAN del Campus Universitario.

Se brindaran 600 licencias de Softphones con 600 Headset USB para PC/Laptop y la capacidad de realizar hasta 90 llamadas en simultáneo a la PSTN vía un SIP Trunk. Se brindarán 300 DID para que puedan colocar números directos a los anexos que crean conveniente. La solución propuesta por una operadora alternativa se muestra en la Fig. 4.2.

La IP PBX que brindará los servicios será una IP PBX multi-tenant alojada en el Datacenter de Global Crossing, la cual estará trabajando en sincronización con un Gateway de supervivencia dentro del local de LA UNI. Recomendamos que dicho Gateway tenga salida a un E1 PRI de otro operador para dar una supervivencia exitosa en caso de problemas con la red de Global Crossing.

Los softphones que estén fuera de la red LAN/WAN de LA UNI, deberán de conectarse primero a través de un equipo (no incluido en la propuesta) que les permita acceder a los

recursos de red internos, como lo será la telefonía. Puede ser a través de un concentrador VPN.

Terminales:



Fig. 4.4 Opticlient 130 (softphone, no incluye la PC)

Incluye headset USB Plantronics.

El Servicio incluirá:

- Operadora Automática con menú de opciones
- Códigos de cuenta para todos los usuarios del sistema y tarificación por centro de costos.
- Correo de voz integrado.
- Mensajería (Chat)
- Instalación, programación y puesta en marcha.
- Capacitación avanzada a 2 administradores.
- Capacitación básica a los usuarios en una sesión.

Operación y Mantenimiento. MACs incluídas (altas de usuarios, cambios, movimientos, bajas)

-

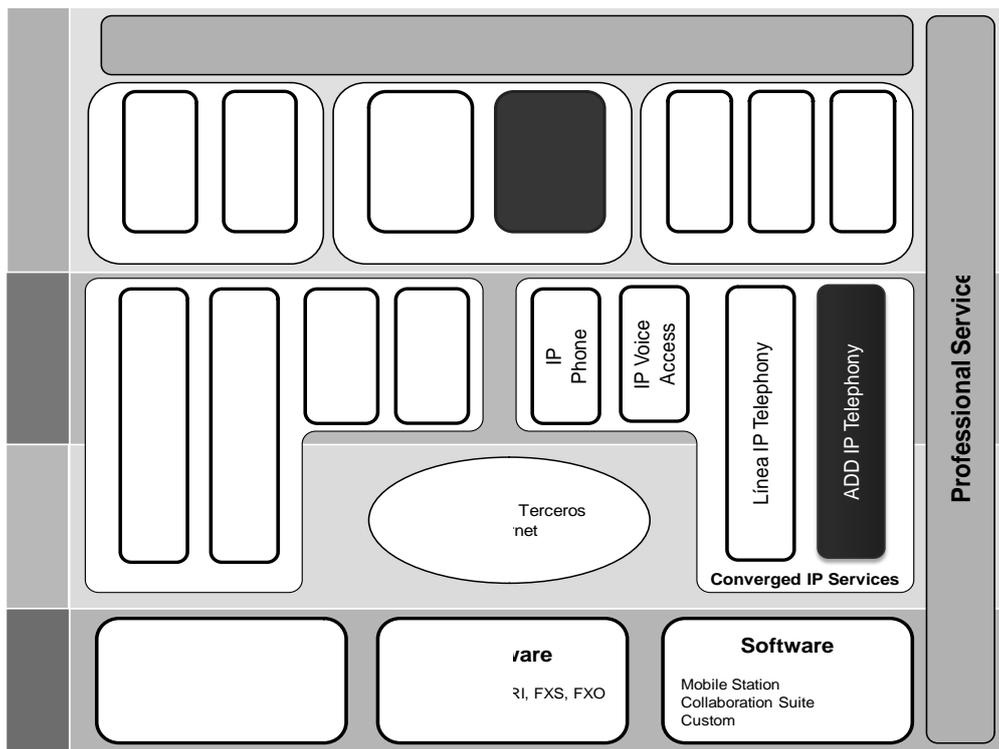


Fig. 4.5 Diagrama de bloques de la propuesta primera de GX

4.5 Especificaciones técnicas de equipamiento

El router Cisco 7606 flexible, es ideal para hacer frente a aplicaciones de alto rendimiento, tales como:

- Alta gama de instalaciones del cliente (CPE)
- Líneas Arrendadas
- IP / MPLS proveedor de borde
- Metro Ethernet de acceso
- Empresa agregación WAN
- Móvil Radio Access Network (RAN) Agregación
- Agregación de abonado residencial.

El conmutador Cisco Catalyst 4500 ofrece un alto rendimiento predecible y escalable, con dinámica avanzada calidad de servicio (QoS) y la flexibilidad de configuración para el despliegue de redes sin fronteras. Integrando características de resistencia, tanto en hardware y software de maximizar la disponibilidad de la red, ayudando a asegurar la fuerza laboral de la productividad, la rentabilidad y el éxito del cliente. Su diseño del sistema centralizado,

innovador, flexible y ayuda a garantizar una migración sin problemas a IPv6 a velocidad de cable y 10 Gigabit Ethernet (GE)

Un componente importante de la serie Cisco Self-Defending Network, el Cisco 3800 Series ofrece la seguridad más completa de la industria servicios incorporados e integrados dentro del router, proporcionando a los clientes una plataforma única y fiable para implementar rápidamente redes seguras y aplicaciones. Cisco Integrated Services Router proporciona servicios avanzados de seguridad y capacidades de gestión, tales como el integrado en el cifrado del hardware aceleración IPSec, VPN (Advanced Encryption Standard [AES], Triple cifrado digital de la web [3DES], DES y de etiquetas multiprotocolo De conmutación [MPLS]), firewall dinámico de protección, prevención de intrusiones dinámico (Intrusion Prevention System [IPS]), y el apoyo filtrado de URLs. Cisco IOS conjuntos de funciones de seguridad permiten a todas estas características de seguridad ricas, así como aplicaciones como Network Admission Control (NAC), Dynamic Multipoint VPN (DMVPN), Voz y Video habilitando VPN (V3PN).

Las especificaciones de distribución del equipamiento en la Red Backbone Core está detalla en la Fig. 4.6.

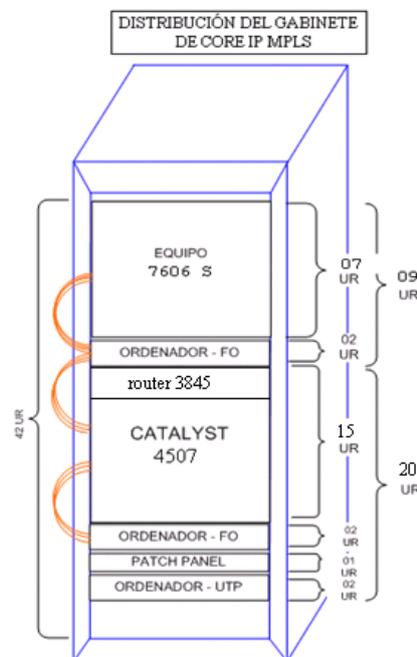


Fig. 4.6 Distribución de equipamiento en el gabinete de Core IP MPLS

4.6. Alcance Técnico de la Propuesta del Sistema de Telefonía

A continuación se muestran los alcances que se deberán de tomar en cuenta para la implementación del nuevo servidor de Telefonía IP:

- Se debe suministrar e instalar un nuevo servidor de Telefonía IP, en reemplazo del actual, de tal manera de extender la vigencia tecnológica de la solución, otorgando características de valor agregado.
- No se aceptarán upgrades o actualizaciones al software actual de telefonía, la solución de HW y SW, deberá ser nueva y de última generación.
- Realizar el mantenimiento y optimización del Dial Plan
- Establecer políticas para el adecuado uso de los servicios de comunicación internos y externos.
- Lograr una completa integración entre con el gateway de voz y gateways analógicos existentes en la universidad.
- Reutilización de los terminales IP existentes, así como sus respectivas licencias existentes.

Características Técnicas Mínimas para la Renovación de la Plataforma de Telefonía IP:

- El sistema deberá estar conformado por una solución de hardware y software y deberá ser del mismo fabricante de la solución de telefonía IP existente en la UNI.
- El sistema deberá poder escalar hasta 1000 teléfonos IP por servidor de telefonía.
- El sistema deberá proveer alta confiabilidad y disponibilidad, así como completa compatibilidad con el Gateway de voz existente, así como permitir una amplia selección de Teléfonos IP.
- Deberá ser de tecnología de última generación (incluir la última versión del software liberada por el fabricante), que posea una arquitectura escalable y flexible, y que brinde servicios de Telefonía IP nativa.
- El sistema de comunicaciones estará basado en una plataforma de comunicaciones IP y soportará una gama de teléfonos IP que a su vez soporten estándares internacionales como Calidad de Servicio, G.711, G.729 en conexión Ethernet de 10/100 Mbps con switch incorporado.
- Los servicios del sistema telefónico deberán incluir la revisión del plan de numeración existente, de tal manera de lograr una total uniformidad.
- El tráfico de voz deberá tener prioridad sobre el tráfico de datos.
- El crecimiento modular del sistema telefónico deberá permitir la adición de teléfonos IP, sistemas de control y aplicaciones con la sola conexión de aquéllos a los switches LAN.

- El equipo estará diseñado para ser instalado sobre rack o gabinete en formato de 1UR y permitirá una administración fácil y sencilla.
- El sistema de telefonía propuesto, ofrecerá un acceso remoto a la programación vía http, ofreciendo seguridad en el uso de SSL (Security Socket Layer).
- El sistema soportará estándares abiertos: H.323, SIP, MGCP o TAPI, JTAPI.
- El sistema telefónico permitirá realizar la marcación por nombre desde el terminal del usuario en los teléfonos IP ya sean para llamadas internas como para llamadas externas.
- El sistema telefónico permitirá desarrollar un sistema de mensajería y aplicaciones basado en el estándar XML (Extended Markup Language).
- El sistema de comunicaciones empleará la portabilidad numérica a lo largo de la red. Permitir la movilidad a los usuarios, manteniendo su número telefónico.
- El sistema telefónico ofrecerá Mensaje de Bienvenida (DISA) para transferir las llamadas a los anexos.
- El sistema telefónico asignará códigos a las llamadas para cada usuario.
- El sistema telefónico soportará conexiones VPN para utilizar aplicaciones de telefonía vía Internet.
- El sistema propuesto soportará soluciones de telefonía IP, tanto de terminales IP así como de telefonía IP en PCs (sin Terminal telefónico), soportando algoritmos de compresión G711 y G729 mediante un software cliente que permita la gestión de llamadas entrantes y salientes, llamadas en espera, gestión de múltiples llamadas, teclas de marcación.
- El sistema habilitará la encriptación de voz y de señalización en caso sea necesario mantener seguridad en comunicaciones entre distintos usuarios.
- El sistema soportará aplicaciones de Video Teléfono punto a punto.
- El sistema soportará certificados X.509v3.
- El sistema deberá tener la capacidad de soportar la inclusión de teléfonos móviles duales, es decir con capacidades WiFi y GSM; de modo que pueda ser empleado como teléfono IP en una red inalámbrica y/o como teléfono móvil (empleando la red celular GSM).
- El diseño del sistema deberá ser modular y distribuido, permitiendo el crecimiento futuro sin ningún inconveniente, así mismo deberá permitir una configuración

flexible del sistema en cuanto al número de tarjetas (densidad de puertos analógicos y digitales).

- El sistema controlará la admisión de llamadas de manera automática, el número de llamadas a través de un enlace WAN
- El sistema de comunicaciones visualizará si un usuario corporativo se encuentra ocupado en una llamada ya sea observando una marcación rápida, el historial de llamadas y/ o el directorio corporativo.
- El sistema de comunicaciones hará timbrar simultáneamente el teléfono IP y el teléfono móvil de los usuarios.
- Soporte del codec G.722 e iLBC (internet Low Bit Rate Codec).
- Soporte de monitoreo silencioso de las llamadas de manera nativa.
- Soporte SIP (RFC 3261) tanto para los terminales como para troncales.
- El sistema deberá tener un agente de seguridad Zero-Update que previene la contaminación del sistema con Virus o prevenga ataques externos.

4.7. Propuesta alternativa para la Red Inalámbrica

La solución de Red Inalámbrica está orientada fundamentalmente a brindar acceso a la Red e Internet para los Servicios Académicos, de todas las Facultades, el cual estará forma por 4 elementos siguientes:

- a) WLC Controlador de red inalámbrico
- b) Puntos de Acceso Inalámbrico
- c) Servidor de Acceso a la Red
- d) Las Aulas, Laboratorios o Áreas de Cobertura

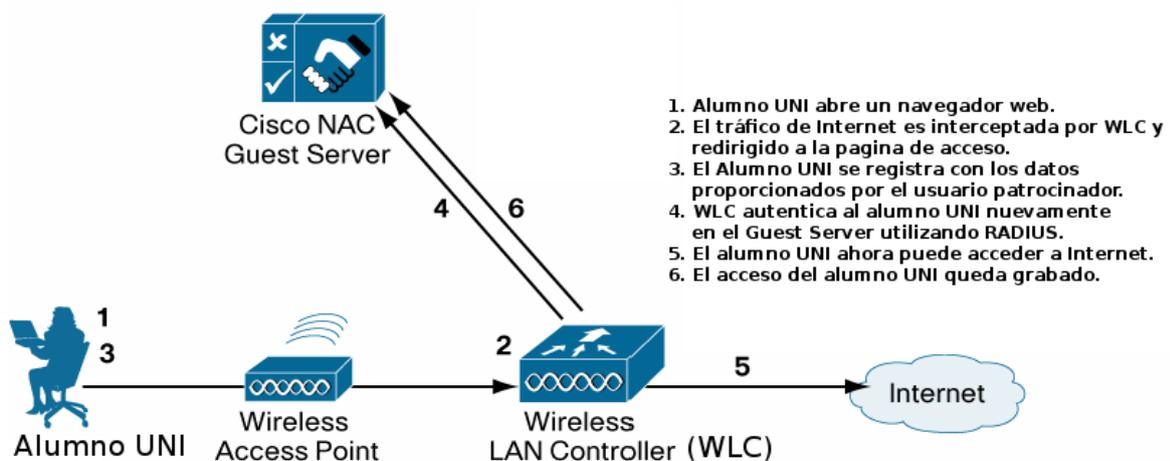


Fig. 4.7 Diagrama de la Red Inalámbrica de la UNI

Controlador de red inalámbrico (Wireless LAN Controller).

Wireless LAN Controller (WLC), es un dispositivo centralizado altamente escalable y flexible, es ideal para una red inalámbrica de Campus grande (universidades), este dispositivo nos permite administrar muchos puntos de acceso inalámbrico (access point) simultáneamente.



Fig. 4.8 Wireless LAN Controller

Tabla N° 4.2 Especificaciones Técnicas del LAN Controller 5508

Cisco Wireless LAN Controller 5508	
Características	Especificaciones
Información General	
Tipo de producto	Controlador de red inalámbrica
Fabricante	Cisco Systems
Cantidad de Access point administrados	250
Administración y protocolos	
Administración	HTTP/HTTPS, Telnet, SSH 802.1Q , QoS, SNMP, Syslog
Interfaces	
3 puertos	Gigabit Ethernet
1 puerto RS-232	Para la administración
Energía	
Rango del voltaje de entrada	100 Voltios a 240 Voltios AC (50/60 Hz)
Potencia suministrada	115W

Access Point es un dispositivo que nos proporciona la cobertura inalámbrica necesaria para que los alumnos, docentes y trabajadores de la Universidad se puedan conectar a internet de forma segura.

a) **Puntos de acceso inalámbrico (Access Point).**



Fig. 4.9 Aironet Wireless Access Point

Características	Especificaciones
Aironet 3501E Wireless Access Point	
Información	
Velocidad de transmisión inalámbrica	300 Mbps
Estándar Wi-Fi	IEEE 802.11n
Máxima potencia de transmisión	2.4 Ghz
Antenas externas	6 conectores RP-TNC(2.4 GHz)
Tipo de antena	Omnidireccional
Ganancia de la antena	4dBi
Interfaces	
1 puerto	Gigabit Ethernet
1 puerto	Para la administración (RJ-45)
Energía	
Rango del voltaje de entrada	120 Voltios a 240 Voltios AC (50/60 Hz)

Tabla N° 4.3 Especificaciones Técnicas del Aironet Wireless Access Point

b) **Cisco NAC Guest Server**

NAC Guest Server, es un dispositivo que proporciona acceso a internet a los alumnos, docentes y visitantes sin exponer la infraestructura interna de nuestra red, crea cuentas de invitados para acceder a la red temporalmente.



Fig. 4.10 Cisco NAC Guest Server

Tabla N° 4.4 Especificaciones Técnicas del Cisco NAC Guest Server

Cisco NAC Guest Server 3315	
Características	Especificaciones
Componentes	
Procesador	Quad-core Intel Xeon (Core 2 Quad)
Memoria RAM	4GB
Disco Duro	250 GB
Medios extraíbles	CD/DVD-ROM
Controlador	Controlador integrado SATA RAID
Conectividad de red	
Tarjetas de red	2 tarjetas integradas. 2 tarjetas (PCI-X).
10/100/1000 BASE-TX soporte de cable	Cable de UTP categoría 5 hasta 100m.
Interfaces	
1 puerto serial	9 pin D-Sub (DB-9)
1 puerto genérico para teclado	6 pin mini-DIM (estilo PS/2)
1 puerto genérico para mouse	6 pin mini-DIM (estilo PS/2)
1 puerto de vídeo	15 pin D-Sub (DB-15)
4 puertos USB 2.0	2 al frente y 2 en la parte trasera
Energía	
Fuente de poder	350 Watts

4.8 Cronograma de implementación-Red de Información Inteligente del Campus UNI.

Actividades implementadas en el proyecto de tesis

- 1.1. Búsqueda y recopilación de información bibliográfica.
- 1.2. Realizar un estudio de la actual situación de la red de voz y datos.
- 1.3. Levantamiento de información de las redes de telefonía analógica y datos.
- 2.1. Determinación de las necesidades de telecomunicaciones para el campus universitario de la universidad nacional de ingeniería
- 2.2. Red de Datos

- 2.3 Red de Voz
- 2.4 Observación de limitaciones del servicio actual
- 2.5 Establecer las necesidades del proyecto
- 3.1 Diseño de la red de voz
- 3.2 Elección de la mejor tecnología de transmisión
- 3.3 Infraestructura Necesaria
- 3.4 Especificaciones técnicas de los equipos (tarjetas, cables, funcionalidades)
- 3.5 Estructura de la Topología de la Nueva Red.
- 4.1 Elaboración del presupuesto del proyecto.
- 4.2 Realizar planteamientos para optimizar el funcionamiento de la red de telefonía y datos.
- 4.3 Instalación y puesta en marcha de la solución. Comisionamiento de equipamiento.
- 5.1 Elaboración del presupuesto del proyecto de Tesis: Capital Expenditures o (CAPEX), gastos de capital y Operational Expenditure o (OPEX), gastos de operación.

Tabla N° 4.5 Cronograma de implementación

Actividad	1 ^{era} etapa Ene-Mar 2010	2 ^{da} etapa Abr-Jun 2010	3 ^{era} etapa Jul-Set 2010	4 ^{ta} etapa Oct-Dic 2010	5 ^{ta} etapa Ene-Mar 2011	6 ^{ta} etapa Abr-Jun 2011	7 ^{ma} etapa Jul-Set 2011	8 ^{va} etapa Oct 2011	9 ^{na} etapa Nov-Dic 2011
1.1	✦	✦	✦				✦	✦	✦
1.2						✦	✦	✦	
1.3	✦	✦					✦	✦	✦
2.1	✦	✦	✦	✦	✦	✦			
2.2	✦	✦	✦	✦	✦	✦			
2.3		✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦
2.4			✦	✦	✦	✦	✦	✦	
2.5			✦	✦	✦	✦	✦		
3.1		✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦
3.2			✦	✦	✦	✦	✦	✦	
3.3	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦
3.4		✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦
3.5		✦	✦	✦			✦	✦	✦
4.1		✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦	✦
4.2		✦	✦	✦	✦	✦	✦		✦
4.3				✦	✦	✦	✦	✦	✦
5.1				✦	✦	✦	✦	✦	✦

CAPITULO V

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

5.1 Costos de Equipamiento e Instalación

5.1.1 Propuesta 1

Tabla N° 5.1 Costos de Equipamiento para la Red Inteligente de la Propuesta 1

Ítem	Cantidad	Descripción	Modelo	Ubicación	Marca	UR	Precio Unitario	Precio Total
1	2	router	7606	Backbone	cisco	7	168520	337040
2	6	router	3750	Facultades	cisco	2	3823	22938
3	4	router	3845	PE-Agregator	cisco	1	11050	44200
4	1	tarjeta E1 ISDN	VWIC2-1MFT- t1/e1	U-PE	cisco		1700	1700
5	4	SWITCH CORE	4500	U-PE	cisco	10	35000	100232
6	2	Módulo 24 ptos GBIC-MTRJ	WS-X4124-FX-MT	U-PE	cisco		8495	16990
7	6	SWITCH CATALYST 3560-48PS	3560	Facultades	cisco	1	8070	48420
8	2	servidor callmanager 7.1	MCS781614-K9-CMC2	Red de voz	cisco	1	8495	16990
9	415	teléfonos IP	7911G	Red de voz	cisco		225	93375
10	15	teléfonos IP	7975g	Red de voz	cisco		599	8985
11	1	royure Gateway celular	CGW-P ISDN PRI	Red de voz	Its telecom		5300	5300
12	1	servidor UCCX 5.0	MCS-7816-H3-CCX1	Red de voz	cisco		3400	3400
13	2	equipo videoconferencia	EDGE 95/85/75xp	Red de voz	Tandberg Edge		17000	34000
14	2	tv videoconferencia	37"	Facultades	Lg		1445	2890
15	2	firewall activo/pasivo	ASA 5540	Facultades	cisco		14445	28890
16	2	INTRUSION Prevention System 4200	4200	Facultades Pab. Central	cisco		10195	20390
							Total \$	785740

Tabla N° 5.2 Presupuesto del tendido de fibra óptica

Fibra Óptica	Fibra Óptica	Reconcentración de enlaces de FO para tres nodos	3	3541.01
	Canalización	Ampliación de la Canalización del Nodo CTIC	1	4083.31
	Fibra Óptica	Tendido de Fibra Óptica 10G BACKBONE UNI	1	19422.06
				27046.38

5.1.2 Propuesta 2

Abono Mensual (*): S/. 56,000.00 (incluido IGV)

Instalación: S/. 30,000.00 (incluido IGV). Pago por única vez.

(*) No incluye el tráfico telefónico (bolsa de minutos) del SIP Trunk.

Ampliaciones

Port básico (abono mensual)*: S/. 30.00 (incluido IGV)

Terminales: Costo mensual adicional al puerto básico:

Softclient + Headset	S/. 45.00 (inc. IGV)
----------------------	----------------------

* El puerto incluye el puerto de comunicaciones, correo de voz y tarificación por usuario.

Condiciones particulares de la presente propuesta.- Duración de la contratación: treinta y seis (36) meses. Tiempo de instalación: Sesenta (60) días calendario.

5.2 Presupuesto Global

La inversión constituye un punto muy importante al momento de determinar las tecnologías y equipamiento a usar, este costo se efectúa una única vez al momento de adquirir los servicios o equipos que serán empleados para satisfacer las necesidades del campus universitario. Los equipos a considerar deben reunir ciertas características como:

Cumplir con los requisitos técnicos necesarios para soportar los servicios brindados

Tener la capacidad de soportar mejoras en los servicios que proveen.

Ser adaptables a nuevas tecnologías.

Tener una garantía hasta por 4 años

Surge el concepto de CAPEX (Capital Expenditures), que es el gasto que realiza la empresa para adquirir bienes capitales con la intención de mantener o aumentar su producción de prestación de servicios para los usuarios internos y clientes. Los equipos adquiridos tienen una vida útil por lo que los costos de estos se van devaluando con el tiempo transcurrido y el uso que tengan, para nuestro caso se considera 4 años como tiempo de depreciación para los equipos de comunicaciones luego de este tiempo se evita hacer cualquier contrato de mantenimiento o soporte ya que se considera que terminó la vida útil de los mismos y lo que se busca es reemplazarlos por equipos nuevos de mayor capacidad o tecnología y se ajusten a las necesidades que tendrán en ese momento.

CAPITULO VI

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS

6.1 Recolección de la Información. Verificación. Consistencia de datos

6.1.1 Arquitectura de la Red

Se encuentra conformada por tres subsistemas:

- Los medios de Fibra Óptica y ducterías subterráneas a lo largo del Campus Universitario.
- Las terminaciones, paneles de distribución cobre y fibra, rack y conectorización de cada Nodo de comunicaciones
- Los equipos de conmutación, convertidores de medios y transceivers del hardware de la red donde reside la tecnología vigente.

6.1.2 Infraestructura de Red de Fibra Óptica.

La Red de Fibra Óptica está constituida por cableado Monomodo y Multimodo de las siguientes características.

- Enlaces Principales:

Fibra Óptica Compuesta, subterránea con armadura metálica

12 hilos Fibra Monomodo, diámetro 9um

6 hilos Fibra Multimodo, diámetro 62.5um

Terminación SC

- Enlaces de distribución

Fibra Óptica Compuesta, subterránea con armadura metálica

6 hilos Monomodo, diámetro 9um

6 hilos Multimodo, diámetro 62.5um

Terminación SC

- Enlaces de Interior

Fibra Óptica Multimodo, con protección PVC plástica

4 hilos Multimodo, diámetro 62.5um.

Terminación SC

Enlaces Nodo B1-A2, B1-A3

Fibra Óptica Monomodo, subterránea con armadura metálica

12 hilos Monomodo, diámetro 9um

Terminación SC

Enlaces Nodo G5-N1, N1-CTIC, Q1-G5

Fibra Óptica Monomodo, subterránea con armadura metálica

12 hilos Monomodo, diámetro 9um

Terminación SC

La totalidad de cableado es la suma de todos los tramos, desde A1 Mecánica hasta T1 CISMID y alcanza los 8.7Km.

Además es posible elevar la disponibilidad de la red, debido el soporte de IEEE 802.1d, sobre Ethernet a nivel del Backbone de Fibra Óptica, para implementar la redundancia.

6.1.3 Situación Actual

Actualmente la UNI cuenta con una Plataforma de Telefonía IP piloto conformada por una solución de HW y SW compuesta por un servidor de telefonía obsoleta, Gateway de voz y teléfonos IP de la marca Cisco Systems, cuya implementación está incompleta.

El Servidor de Telefonía IP es un MCS 7815, con Call Manager versión 5.1, que a la fecha de fabricación se encuentra obsoleta, y sin garantía. Su estado actual es de un piloto funcionando como anexos internos.

No se cuenta con una planta externa (Campus Universitario), que brinde servicio de conectorización de las terminales (teléfonos) hacia la Central IP antes mencionada. Actualmente se está utilizando la red de fibra óptica de la red de datos, como medio de transmisión, no se cuenta con los equipos de conmutación necesarios, para convertir todas las terminales (anexos analógicos), hacia la Central IP.

La UNI tiene una Central Telefónica Analógica de marca NEC Modelo NEAX 2400 SDS, cuya capacidad ha resultado insuficiente debido a que no cuenta con más líneas disponibles, y cuyo servicio con el Operador Telefónica genera un gasto promedio mensual de los S/. 60,000 Nuevos Soles aproximadamente.

6.1.4 Tecnología de la Red

Actualmente esta tecnología Ethernet IEEE 802.3 (estándar 10, 100, 1000 Mbps sobre cobre UTP y 1000 SX sobre Fibra Óptica Multimodo, y 1000LX sobre Fibra Óptica

Monomodo) se extiende hacia la última milla del enlace de nuestro proveedor de servicios de Internet.

Sobre dicha tecnología esta soportado el estándar IEEE 802.1q, manejo de VLANs, segmentos virtuales que permiten la administración separada del acceso a la red para cada una de la Facultades.

Sin embargo la densidad de puertos administrables se encuentra en déficit, esto significa que existen más PCs, terminales en la UNI, que puertos disponibles administrables en los switches.

Dicho sea de paso los conmutadores actualmente instalados no se abastecen para brindar acceso completo a la gran cantidad de maquinas conectadas a la red.

Descripción de los Subsistemas

Infraestructura de Red

Desde la creación de la Red de la UNI, el año 1997, la cantidad de terminales se ha quintuplicado, al igual que el cableado sin norma, por lo que estimamos soluciones que escalen con un horizonte de al menos 10 años.

El cableado de cobre debe ser reemplazado por completo, pasando de categoría 5 y 5e, a la Categoría 6A, que es una de las normas más recientes y que cumplen con las especificaciones de sistemas de datos para redes multiservicio.

Sistema de Conmutación

La Red de la UNI cuenta con la tecnología Ethernet IEEE 802.3, estándar de 10, 100, 1000 Mbps sobre cobre UTP y 1000 SX sobre Fibra Óptica Multimodo, y 1000LX sobre Fibra Óptica Monomodo, conforman las terminaciones en los conmutadores administrables de la red.

Actualmente esta tecnología se extiende hacia la última milla del enlace de nuestro proveedor de servicios de Internet.

Sobre dicha tecnología esta soportado el estándar IEEE 802.1q, manejo de VLANs, segmentos virtuales que permiten la administración separada del acceso a la red para cada una de la Facultades.

Además es posible elevar la disponibilidad de la red, debido el soporte de IEEE 802.1d, sobre Ethernet a nivel del Backbone de Fibra Óptica, para implementar la redundancia.

Los conmutadores (switches) actualmente instalados no se abastecen para brindar acceso completo a la gran cantidad de PCs terminales conectadas a la red.

El Switch Core.

Este equipo es el que concentra todas las conexiones principales de Fibra Óptica de Alta velocidad que provienen de la Facultades y se concentran en el Pabellón Central, para luego acceder a los Servicios Académico Administrativo y el Internet.

Dada su gran importancia es necesario informar lo siguiente:

La garantía de soporte en mantenimiento ha expirado el 3 de noviembre del 2011 y es importante prever su renovación debido al crecimiento de la red y la cantidad de computadoras conectadas a él.

El equipo de marca Cisco, modelo Catalyst WS-C6509, de alto rendimiento, con SwitchFabric de 720G y con densidad de Fibra Óptica de 24G, mantuvo una vigencia de 6 años en el mercado desde que la UNI lo adquirió el año 2005, al 2011 ha cumplido 6 años y ha sido declarado “end of life”, por el fabricante.

Es importante considerar que durante la repotenciación de la red en el 2005, no se adquirió otro de similar contingencia, desde entonces la UNI cuenta con 1 de los 4 Switches que figuraban en el diseño⁷ de la Red del año 1997

Los datos técnicos de hardware se detallan a continuación:

La descripción de los equipos conformantes de la topología estrella extendida se describe a continuación:

Equipo de Backbone Core Cisco Catalyst WS-c6509. En la figura 6.1 se muestra el show inventory, comando ejecutado en la consola del equipo WS-c6509.

Equipos de Distribución Cisco Catalyst WS-c3750g-12s y Cisco Catalyst WS-c3750g-24ts.

Equipo de Acceso Cisco Catalyst WS-c2960-24tc-1.

Actualmente se tendió la fibra óptica para construir la topología Malla (líneas azules punteadas) pero no se cuenta con otro equipo de Backbone Core para la redundancia (otro equipo 6500 o 4500)

Los datos técnicos de hardware se detallan a continuación:

Descripción de componentes del Switch Core de la UNI La mayor de las incidencias ocurrió en febrero del año 2003, cuando el Nodo G5 de Civiles, que interconecta a la FAUA, Minas, Textiles, Estructuras, CEPS cortándose el servicio por varias semanas por un tema de

⁷ . Los Switches debieron ser instalados en los Nodos B1, CTIC, G5 y N1, según el diseño de la red de Fibra Óptica del año 1997.

previsión.

```

RUMI# show inventory
NAME: "WS-C6509", DESCR: "Cisco Systems Catalyst 6500 9-slot Chassis System"
PID: WS-C6509 , VID: , SN: SAL08363E3U
NAME: "1", DESCR: "WS-X6748-GE-TX CEF720 48 port 10/100/1000mb Ethernet Rev. 2.1"
PID: WS-X6748-GE-TX , VID: , SN: SAL08435B6S
NAME: "3", DESCR: "WS-X6724-SFP CEF720 24 port 1000mb SFP Rev. 1.6"
PID: WS-X6724-SFP , VID: V01, SN: SAD074609PP
NAME: "switching engine sub-module of 3", DESCR: "WS-F6700-CFC Centralized Forwarding Card Rev. 1.1"
PID: WS-F6700-CFC , VID: , SN: SAD0747098G
NAME: "5", DESCR: "WS-SUP720-BASE 2 ports Supervisor Engine 720 Rev. 3.5"
PID: WS-SUP720-BASE , VID: , SN: SAL09444KKC
NAME: "7", DESCR: "WS-X6408A-GBIC 8 port 1000mb GBIC Enhanced QoS Rev. 3.1"
PID: WS-X6408A-GBIC , VID: , SN: SAL08373UV0
NAME: "PS 2 WS-CAC-3000M", DESCR: "AC power supply 3000 watt 3"

```

Figura N°6.1 Show inventory en WS-C6509

6.2 Análisis e interpretación de resultados

6.2.1 Determinación y distribución de usuarios en el Campus UNI.

El Universo determinado es de 3369 terminales, distribuidos en las once facultades, Pabellón Central y dependencias del Campus UNI.

Se observa en las Fig. N° 6.1, 6.2 y 6.3, que la FIIS mantiene la tercera parte del universo de terminales, justificando la presencia de un Nodo perteneciente al Backbone de la Red de Información Inteligente.

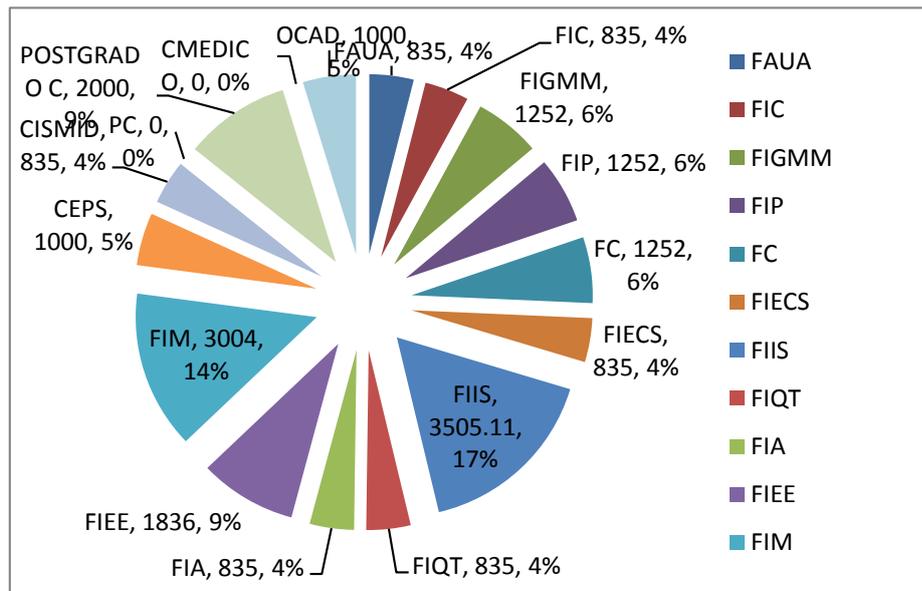


Fig. N° 6.1. Distribución de porcentajes de usuarios del Campus UNI

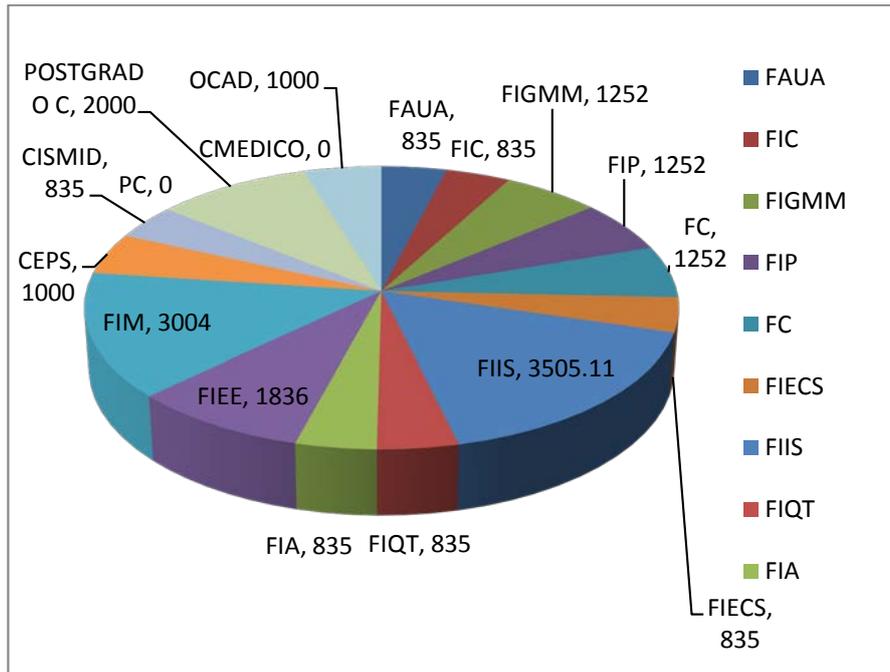


Fig. N° 6.2 Distribución de usuarios del Campus UNI.

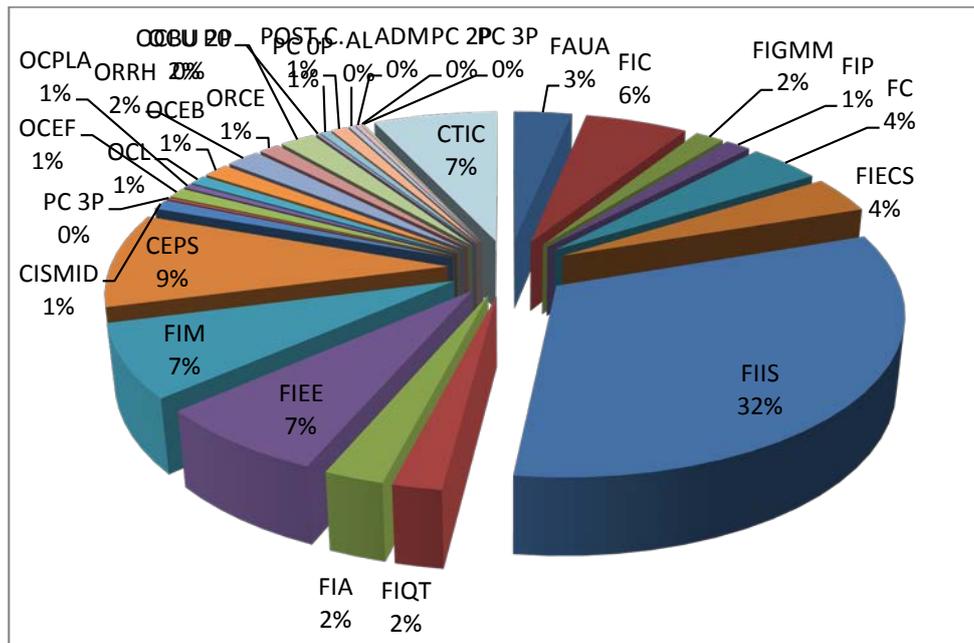


Fig. N° 6.3 Distribución gráfica 3d de usuarios en el Campus UNI

6.2.2 Determinación y distribución del tráfico a usar

El Universo del ancho de banda BW es de 200Mbps, luego de evaluar varias muestras del tráfico en diferentes días y horarios, la Fig. N° 6.2 muestra la Distribución de tráfico en el Campus UNI.

Se observa que el Pabellón Central realiza el mayor uso de ancho de banda BW, en segundo lugar se encuentra la FIIS; tienen consumos de ancho de banda significativos la FIM y la

FIEE

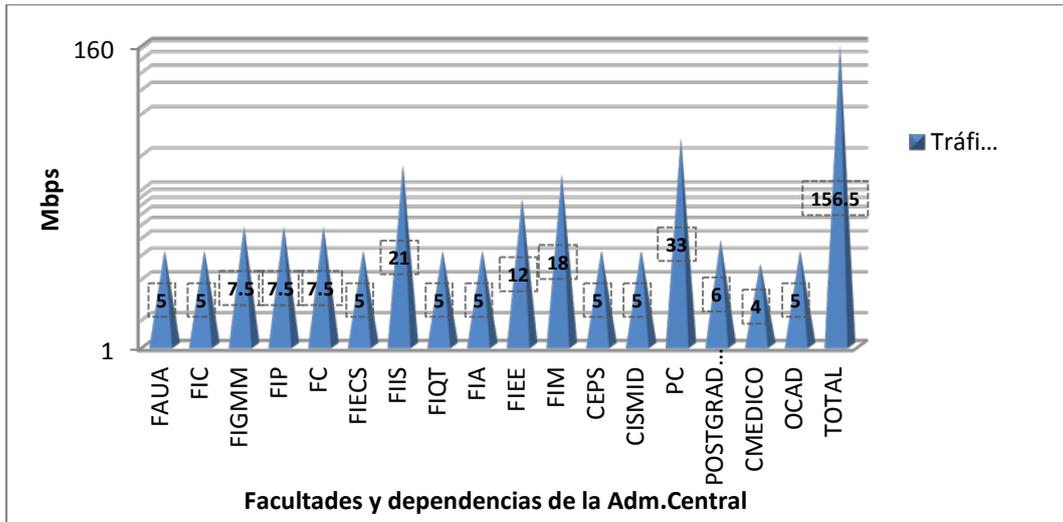


Fig. N° 6.2 Distribución de tráfico en el Campus UNI.

6.3 Características de la demanda de servicios

Se ha muestreado a nivel de todos los servicios consumidos por el universo de terminales de la FIIS, los servicios más utilizados por las 50 terminales tops; se muestra servicios de datos y vídeo en primer y segundo lugar y en tercer lugar se encuentra el servicio de VoIP, con un consumo ínfimo.

#	Category	Total Kb	Average kbps	Total Packets	Average pps	%
1	Default	2,261,865	7,540	388,436	1,295	35
2	File	2,106,687	7,022	271,354	905	33
3	Web	1,376,863	4,590	206,311	688	21
4	Streaming	652,880	2,176	95,801	319	10
5	InstantMessenger	53,187	177	10,688	36	1
6	P2P	2,612	9	462	2	0
7	VoIP	7	0	10	0	0
Total		6,454,102	21,514	973,062	3,244	100

Fig. N° 6.3a Herramienta de reporte y análisis de Información

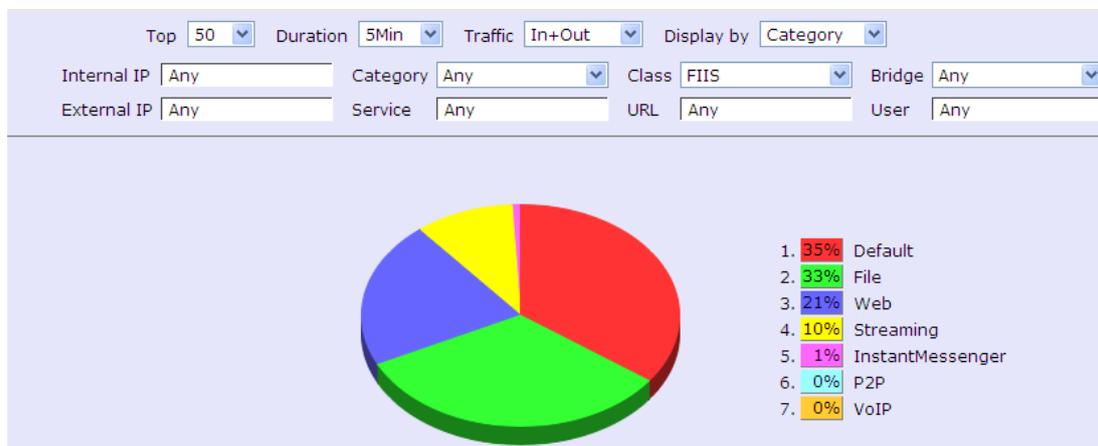


Fig. N° 6.3b Herramienta de reporte porcentual de información

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Al concluir estudio la tesis planteada en el presente proyecto de Tesis, se demuestra un modelo aplicado y funcional de redes de servicio inteligente con tecnología IP MPLS.
2. Las redes de servicio inteligente se constituyen sobre redes convergentes a nivel transporte, servicios y aplicaciones.
3. La inversión del nuevo equipamiento se hace con proyección de escalabilidad durante un prolongado periodo de tiempo.
4. Las red de servicios inteligente promueven hacer una ingeniería de la calidad de servicio y permiten la granularidad del ancho de banda.
5. Al aplicar calidad de servicio nos permite priorizar el tráfico mayor demandado, como es la voz, video y datos.
6. El servicio IP VPN sobre la red MPLS permite conectar a los empleados del Campus ubicados en diferentes lugares geográficos y poder laborar como si estuviera en el mismo Campus. Los aplicativos de datos, voz, video e internet pueden viajar por el mismo canal de manera priorizada, dado que se aplica calidad de servicio (QoS) sobre la tecnología MPLS.

7. Las pruebas de contingencia fueron realizadas con tráfico de 20M observando una interrupción de 12 q 15s hasta que se trabaja por el enlace de respaldo.

Esta interrupción es percibida para los usuarios como una demora de respuesta en los aplicativos. El cual es aceptado por la empresa. El retorno al enlace principal es transparente. Las pruebas indican que se tiene implementado servicios IPVPN con alta disponibilidad ante los siguientes casos:

Caída WAN: Falla a nivel del enlace; caída del equipo router CE; caída LAN: Falla de la interface LAN del CE

Recomendaciones

1. El levantamiento de información que pudieran realizar los postores en la visita técnica a programarse la cual será de carácter obligatorio.
2. El proyecto deberá ser ejecutado de acuerdo a los estándares de la industria de telecomunicaciones y estará sujeto a la inspección y aprobación por parte de la UNI o las personas que ésta designe.
3. El cableado estructurado de Voz y Datos a implementar será de arquitectura abierta y topología estrella CATEGORÍA 6A bajo la norma ANSI/TIA/EIA-568-C.0 y las siguientes normas y estándares internacionales:
 - ANSI/TIA/EIA-568-B.1 y a
"Commercial Building Telecommunications Cabling Standard - Part 1: General Requirements"
 - ANSI/TIA/EIA-568-B.2 y addenda
"Commercial Building Telecommunications Cabling Standard - Part 2: Balanced Twisted-Pair"
 - ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1-2002
"Commercial Building Telecommunications Cabling Standard - Part 2: Balanced Twisted-Pair"-cabling components. Addendum 1 specifications for category 6 cabling.
 - ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 (Standard aprobado en Marzo 2008)
"Transmission performance specification for 4 pair 100 ohm Augmented Category 6 Cabling"
 - ANSI/TIA/EIA-568-B.3 y addenda
"Commercial Building Telecommunications Cabling Standard - Part 3: Fibra óptica Cabling and Components Standard"
 - ANSI/TIA/EIA-569-B y addenda
" Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces"
 - ANSI/TIA/EIA-606-A
"Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings"

- ANSI-J-STD-607- A
”Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements for Telecommunications”
 - IEEE 802.3an “Physical Layer and Management Parameters for 10Gb/s Operation – Type 10GBASE-T.
 - Deberá Cumplir con las normas del Código Nacional del Electricidad – Utilización aprobado con Resolución Ministerial No 037-2006-MEN/DM y su modificatoria con Resolución Ministerial No 175-2008-MEN/DM.
4. El proveedor deberá garantizar y velar por mantener la seguridad adecuada y el orden de los elementos en las áreas de trabajo donde se esté realizando la obra.
 5. El proveedor deberá tomar las debidas precauciones para evitar daño a las instalaciones de la UNI y ejecutar su restauración en caso de que esto suceda. También mantendrá los sitios de trabajo libres de desechos materiales sin uso.
El proveedor proveerá los anclajes, grapas y amarres necesarios así como los medios para la fijación de ductos y canaletas correspondientes al sistema de canalización, así de etiquetar y marcar los cables, paneles de distribución y tomas de salida de información de acuerdo a la Norma EIA/TIA 606A.

ANEXOS

ANEXO A: Especificaciones técnicas de equipos de comunicaciones y/o servicios

A.1. De la propuesta 1: Equipos del Backbone Core IP MPLS

El Cisco 7606-S es un router compacto y de alto rendimiento, el router está diseñado en un formato de 6 ranuras para el despliegue en el borde de la red, donde el rendimiento de IP MPLS es robusto, los servicios son necesarios para satisfacer las necesidades de tanto las empresas como los proveedores de servicios. Permite a los proveedores de servicios Carrier Ethernet para desplegar una infraestructura de red avanzada que soporta una amplia gama de video IP y triple-play (voz, vídeo y datos) en las aplicaciones del sistema de servicios tanto en el mercado residencial y de negocios. El Cisco 7606-S también ofrece la red WAN y el área metropolitana (MAN) para soluciones de redes en toda la empresa.

Con una potente combinación de velocidad y servicios en un formato compacto, la serie Cisco 7606-S es una elección ideal para múltiples aplicaciones. Ya sea implementado como un agregador de WAN de alta velocidad, como un dispositivo de interconexión, como un agregador de servicios de banda ancha residencial, o como un dispositivo para Metro Ethernet de agregación y el enlace ascendente, el Cisco 7606-S cumple con los requisitos para la redundancia, alta disponibilidad y la densidad de rack. Cisco 7600 (Figura A.1).



Foto A.1. Cisco 7606-S Características del chasis

Cisco 7606-S Características del chasis

- Siete-RU (12.25 in.) Chasis compacto, de hasta 6 chasis por rack de 7 pies de altura
- Dos ranuras de interfaz más 2 supervisor de montaje puertos Gigabit Ethernet (controladores de interfaz Gigabit GBIC)

- Red de Normas para el Equipo de construcción (NEBS) Nivel 3 de cumplimiento
- Procesador de Ruta protección de la capacidad de: 1 + 1
- Fuente de abastecimiento de opción de protección, CA o CC: 1 + 1
- Un solo lado de la red de gestión tanto para la interfaz y el poder de las terminaciones
- Lado a lado del flujo de aire
- Hasta 240 Mpps tasa de reenvío de distribución (se requiere el reenvío de las tarjetas distribuidas [CFD])
- Rendimiento Total: 480 Gbps

La Tabla 1 muestra la información del Cisco 7606-S.

Tabla A1.Cisco 7606-S Chasis Información.

Número de pieza	Descripción
Unidades de repuesto	Obsérvese que "=" denota una orden de repuesto
CISCO7606-S =	Cisco 7606-S del chasis, kit de montaje y guía de cable
PWR-2700-AC =	2700W AC fuente de alimentación para CISCO7606/CISCO7606-S chasis
PWR-2700-CC =	2700W DC fuente de alimentación para CISCO7606/CISCO7606-S chasis
PWR-4500-CC =	4500W DC fuente de alimentación para CISCO7606-S del chasis (versión de software mínimo de 12.2 (33) SRE)
CAB-GSR16-US =	Cable de alimentación CA (Estados Unidos) con NEMAL6 Plug-20
CAB-GSR16-UE =	Cable de alimentación CA (Europa)
CAB-AC16A-90L-IN =	CA del cable de alimentación (Internacional)
FAN-MOD-6SHS =	Alta velocidad de módulo de ventilador de CISCO7606-S del chasis
KIT-MNTG-CG-6 =	Kit de montaje y guía de cable para CISCO7606/CISCO7606-S chasis
KIT-MNTG-CG-6 =	Kit de montaje y guía de cable para CISCO7606-S para el opcional de 23 pulgadas. estante
PWR-06S-CVR:	Poder blanco cubierta de la fuente para el chasis 7606-S
CLK-7600 =	Reloj tarjeta para CISCO7606/CISCO7606-S chasis

Especificaciones técnicas

- Siete-RU (12.25 en. [31.11 cm]) del chasis
- Seis ranuras del chasis
- Dimensiones (alto x ancho x profundidad): 12.20 x 17.25 x 21.50 pulgadas (30,98 x 43,81 x 54,61 cm)
- Peso del chasis: 40,8 libras (18,52 kg)
- Fuente de alimentación-peso: 11 libras (4,99 kg)
- Requisitos de alimentación: 208 a 240 VCA recomendado o -48 a -60 VCC

- Predicción de tiempo medio entre fallos (MTBF): 400.000 horas
- Condiciones ambientales:
 - Temperatura de funcionamiento: de 32 a 104 ° F (0 a 40 ° C)
 - Temperatura de almacenamiento: de -4 a 149 ° F (-20 a 65 ° C)
 - Humedad relativa en funcionamiento: 10 a 85%, sin condensación
 - Humedad relativa del aire, el almacenamiento: 5 a 95%, sin condensación
 - Altitud de funcionamiento: -500 a 10.000 m

A.2. De la propuesta 2: Tarifarios de Telefonía

Instalación.

Descripción	Precio de Lista con IGV
Instalación del Servicio	S/. 0.00

Renta Básica

Global Crossing ofrece las líneas con los siguientes costos.

Descripción	Precio de Lista con IGV
Renta básica por línea	S/ 0.00

Bolsa de Minutos de fijo a fijo

Descripción	Precio de Lista con IGV
Bolsa de 400,000 minutos	S/. 18,880.00

Tarifa de teléfono fijo Global Crossing a cualquier otro operador

Descripción	Precio de Lista con IGV
Minuto Adicional de fijo a fijo	S/. 0.059

Tarifa de teléfono InterGlobal (Fijo Global Crossing a otro Fijo Global Crossing)

Descripción	Precio de Lista con IGV
Minuto Adicional de fijo a fijo	S/. 0.047

Establecimiento de Llamada

Manifestamos como VALOR AGREGADO PRINCIPAL, que Global Crossing no cobra “ESTABLECIMIENTO DE LLAMADA” en las llamadas a teléfonos de fijo a fijo (local)

Notas:

- Aplicable por cliente a todas las líneas contratadas
- Los minutos pueden ser utilizados en cualquier horario
- Aplica solo para llamadas a teléfonos fijos

- d) El pago de la Bolsa de Minutos se facturara por adelantado, y para la primera facturación se efectuara el prorrateo proporcional a los días transcurrido al cierre de facturación.
- e) Tarifas expresados en nuevos soles e incluyen I.G.V.

Tarifas de teléfono fijo Global Crossing a teléfonos móviles

Las tarifas a destinos móviles son fijadas por los mismos operadores y se tasan al segundo.

NEXTEL	CLARO	TELEFONICA
S/. 0.01335	S/. 0.01113	S/. 0.00981

Servicios Adicionales

- a) Los servicios adicionales **sin costo** que Global Crossing prestara en el servicio son:
- ✓ Se hará entrega de la Tarificación detallada en las siguientes formas: Impresión detallada y/o medio Digital
 - ✓ El servicio de mantenimiento Preventivo se efectuará trimestralmente.
 - ✓ El servicio contará con Identificación de llamadas entrantes.
- b) Los servicios adicionales están expresados en nuevos soles e incluyen IGV.

Servicios Adicionales	Precio Lista	Comentario
Bloqueo DDI	Gratis	
Bloqueo DDN	Gratis	
Número de cabecera	Gratis	
Cambio de número x Línea	S/. 24.78	Cada vez
Re conexión del servicio	S/. 8.26	Cada vez
Bloqueo serie 0-808	Gratis	

Tarifarios Larga Distancia

Precios Larga Distancia Nacional

Destinos		x Minuto
		S/. sin IGV
1	Ancash, Arequipa, Cajamarca, Cusco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque y Piura.	0.10
2	Amazonas, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Moquegua, Pasco, Puno, San Martín, Tacna, Tumbes y Ucayali.	0.14
3	Todos los destinos a Teléfonos Rurales a Nivel Nacional	1.50
4	Servicios Especiales	3.50

Precios Larga Distancia Internacional

Destinos		X Minuto
		S/. sin IGV
1	LDI Destinos Fijos Zona 1	
	Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Chile, Corea del Sur, Dinamarca, España, Francia, Hawái, Holanda, Hong Kong, Irlanda, Israel, Italia, Japón, México, Noruega, Nueva Zelandia, Portugal, Puerto Rico, Reino Unido, Suecia, Suiza y Taiwán.	0.15
2	LDI Destinos Fijos Zona 2	
	Albania, Andorra, Austria, Bahamas, Bermudas, Bolivia, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Finlandia, Grecia, Guatemala, Hungría, Luxemburgo, Mónaco, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Polonia, Rusia, San Marino, Singapur, Tailandia, Uruguay, Venezuela, Islas Vírgenes de USA, Islas Vírgenes Británicas.	0.38
3	LDI Destinos Móviles Zona 1	
	Albania, Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Corea del Sur, Ecuador, España, Francia, Grecia, Holanda, Hong Kong, Hungría, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Mónaco, Nueva Zelandia, Palestina, Paraguay, Portugal, Reino Unido, Rusia, San Marino, Singapur, Suecia, Suiza, Taiwán, Uruguay, Venezuela.	0.90
4	LDI Destinos Móviles Zona 2	
	Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Bahamas.	0.38
5	LDI Destinos Fijos y Móviles de USA y Canadá.	0.15
6	Resto del Mundo Fijos y Móviles.	1.50
7	Servicios Especiales y Destinos Premium.	35.00

Condiciones generales

- Global Crossing no se hace responsable por el funcionamiento de equipos externos, como correos de voz o tarifas de voz que no hayan sido suministrados por ésta.
- Para cualquier correo de voz que no sea provisto por Global Crossing, el cliente deberá de contemplar puertos de anexo analógico dentro de la capacidad existente/adquirida.
- El cliente deberá proveer energía eléctrica estabilizada con la cantidad de tomas adecuadas, UPS, protección vía conexión a tierra adecuada de 05 Ohmios como máximo, así como los puertos de red LAN necesarios para la conexión de los equipos ofertados, y el adecuado aire acondicionado en la sala de instalación.
- Previo al inicio de la instalación se deberá definir en conjunto con Global Crossing el plan de numeración de anexos, luego de lo cual se comenzará la programación del sistema. Este es un requisito indispensable.

- El cliente deberá asignar un jefe de proyecto como contraparte, para autorizar e interactuar con los profesionales de Global Crossing durante el proceso de instalación.
- Será de entera responsabilidad del cliente el adecuar el espacio físico a utilizar en los ambientes donde serán instalados los equipos, según los requerimientos de instalación a ser proporcionados por Global Crossing, esto también debe de contemplar el espacio necesario para poder realizar la correcta manipulación del equipamiento al realizar los trabajos de instalación y mantenimiento.
- La instalación contempla que el servidor de llamadas y MDF se encuentran en el mismo ambiente físico, y a una distancia cableada no mayor a 03 metros. En el caso de que las condiciones de instalación sean diferentes, el material adicional necesario será cotizado de forma adicional, lo cual deberá ser evaluado y aceptado por el cliente previamente al inicio de la instalación.
- Para entornos de altos niveles de electricidad estática y zonas tormentosas, Global Crossing recomienda el empleo de arrestores de alta velocidad de respuesta para protección de los puertos de línea analógica, anexo analógico y anexo digital, lo cual debe ser provisto por el cliente. En caso el cliente así lo requiera, Global Crossing le alcanzará una propuesta, la cual debe ser aceptada previamente al inicio de la instalación. En caso no se cuente con dicha protección, ante incidencias originadas por electricidad estática, rayos o perturbaciones atmosféricas, el cliente será responsable de las reparaciones o reemplazos necesarios, dado que estas incidencias están excluidas del alcance del servicio ofrecido.
- El cliente deberá proveer racks o gabinetes para la instalación de los servidores de comunicaciones, así como las bandejas y accesorios de instalación, excepto en los casos en que Global Crossing haya indicado explícitamente que su propuesta los incluye.
- Con respecto al sistema de cableado, los sistemas requieren como mínimo una red telefónica categoría 3 para los terminales analógicos y digitales. En caso de que el cableado actual no cumpla con la categoría indicada o se encuentre en estado defectuoso, y esto derive en un mal funcionamiento del sistema, cualquier adaptación necesaria en el cableado así como el costo de reparación de los equipos involucrados será exclusivamente responsabilidad del cliente.
- Para la instalación de programas y software necesarios en la solución como por ejemplo tarifadores, software de gestión, software de comunicación unificada, etc. Se instalarán en servidores con las características mínimas recomendadas por el fabricante. El

aprovisionamiento de dichos servidores, sus sistemas operativos, sus motores de base de datos, sus sistemas de oficina necesarios, así como el respectivo licenciamiento, será única y exclusivamente responsabilidad del cliente, excepto en los casos en los que Global Crossing indique explícitamente en la propuesta la inclusión de los mismos.

- Para la instalación de aplicaciones de comunicación unificada, en caso de estar incluidas, se requiere que el cliente indique los usuarios que contarán con este servicio. Global Crossing publicará en el servidor los archivos de instalación de desktop, para que el personal responsable de informática del cliente pueda realizar el proceso de instalación en cada PC cliente.
- En caso de requerirse integración con los sistemas de mensajería electrónica del cliente, Global Crossing indicará las modificaciones necesarias en la configuración de dichos sistemas, siendo éstas modificaciones responsabilidad del cliente.
- Cualquier trabajo adicional al indicado específicamente en esta propuesta, será debidamente evaluado y cotizado separadamente.
- La capacitación estándar para los sistemas telefónicos contemplan capacitación a las operadoras y capacitación a los usuarios telefónicos. Estas capacitaciones se dictarán en una sesión, para lo cual el cliente deberá convocar al personal participante. En caso no se pueda contar con todo el personal, Global Crossing recomienda que dicha capacitación la reciban monitores nombrados por el cliente, quienes serán responsables de dictar capacitaciones internas o asesorar a los usuarios en el manejo de los terminales.
- Para posibilitar el acceso remoto al sistema telefónico, del personal especializado de Global Crossing y/o del fabricante para efectos de soporte, el cliente deberá asegurar la conexión permanente del MODEM con una línea telefónica.
- En caso de que la instalación se realice fuera de la ciudad de Lima Metropolitana, el cliente será responsable del traslado de los equipos a las respectivas localidades de instalación,
- El almacenaje de los equipos desde la entrega hasta la instalación será responsabilidad del cliente.
- En caso que el cliente no proporcione alguno de los ítems arriba indicados, y ello resulte en retrasos en los cronogramas de implementación del proyecto, estos retrasos no serán por ningún motivo atribuibles a Global Crossing.
- Asimismo dichos retrasos no exoneran al cliente de su obligación del cumplimiento del pago en los plazos pactados.

- La garantía ofrecida por el servicio de instalación es de 30 días, contados a partir de la firma del Acta de Conformidad. Durante este periodo de tiempo el cliente podrá solicitar cambios menores en la configuración de sus equipos, sin que esto implique costos de servicio adicionales para el cliente, salvo los de pasajes y viáticos de ser necesario.

Los precios de instalación contemplados en la presente propuesta han sido cotizados en base a las horas de trabajo necesarias para la instalación del equipamiento adquirido por el cliente. Si luego de las coordinaciones efectuadas, el cliente no cumpliera con los requerimientos necesarios para la instalación del equipamiento y el personal de Global Crossing ya se encontrase en sitio para realizar la instalación, se tendrán que cancelar las labores y posteriormente realizar una reprogramación de actividades, la cual irá acompañada de una nueva cotización por concepto de instalación más los pasajes y viáticos de ser necesario. Las demoras y gastos operativos que esto implique no son atribuibles a Global Crossing.

Servicio

GLOBAL CROSSING garantiza su servicio las 24 horas y los 7 días de la semana. Este servicio no alterará su calidad de la interconexión de otros servicios

GLOBAL CROSSING con un Centro de Operaciones de Red (NOC), el cual monitorea y supervisa el servicio en un esquema 24x7x365 (incluyendo feriados).

Éste NOC recibe los reportes de avería por alguna persona de los medios mencionados líneas abajo y el personal que ahí labora se encuentra capacitado para resolver cualquier problema o avería que se presente para así poder dar cumplimiento a la calidad de servicio ofrecido.

Las llamadas de servicio, o reportes de averías efectuadas a alguna persona de los medios se podrán realizar de lunes a domingo, incluidos feriados desde las 00 horas hasta las 24 horas mediante los siguientes medios:

Las llamadas de servicio, para cambios, configuraciones, movimientos, altas de usuarios para el servicio de Manager IP PBX se realizará en horario de oficina 5 x 8. La atención para emergencias es de Lunes a Domingo, incluidos feriados desde las 00 horas hasta las 24 horas.

El tiempo estimado por la atención de averías no excederá a 30 minutos contadas a partir del reporte del problema. Los tipos de intervenciones se dividen en:

Tipo de Atención	Cobertura
Primer Nivel - Cal Des	<input type="checkbox"/> Lunes a Domingo 24 horas.
Segundo Nivel – Soporte Remoto	<input type="checkbox"/> Lunes a Domingo 24 horas.
Segundo Nivel – Soporte Campo	<input type="checkbox"/> Lunes a Viernes de 8:30 AM a 5:30 PM
Tercer Nivel – Especialistas	<input type="checkbox"/> Lunes a Viernes de 8:30 AM a 5:30 PM

Incidencia	Solución		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Prioridad 1	4 hrs	6hrs	8hrs
Prioridad 2	6 hrs	8hrs	12hrs
Prioridad 3	8 hrs	12hrs	16hrs

Grupo 1: La ciudad de Lima

Grupo 2: Sucursales en capitales de departamento.

Grupo 3: El resto de ciudades.

Prioridad 1:

- Falla general del equipo sobre un 95% de los puertos en operación
- Falla total o parcial en la entrada y salida de llamadas
- Falla total o parcial de hardware y falla total de aplicaciones Openscape Office o HiPath Xpressions
- Requerimientos de mantenimientos correctivos para usuarios VIP

Prioridad 2:

- Falla parcial del equipo entre un 61% y 94% de los puertos en operación
- Falla de una tarjeta critica del sistema (tarjeta de periferia)

Prioridad 3:

- Falla parcial del equipo menor a 60% de los puertos en operación
- Falla en aplicaciones que no registran importancia al cliente o para la administración de la red.

- Requerimientos de mantenimientos correctivos para usuarios no VIP

Nota Importante:

Las horas no incluyen traslados del personal al sitio de la falla o del requerimiento

Límites del servicio:

- No incluye la grabación de mensajes de bienvenida o de música de espera.
- La instalación de equipos conversores celulares y nuevos enlaces, para estos casos solo se contempla por contrato el servicio de programación remota más no en sitio.

Es responsabilidad del operador realizar los trabajos de cableado y montaje de los equipos.

- Reinstalaciones de Tarificadores por problemas presentados con el hardware o software de la PC donde se instalo el programa.
- Global Crossing no será responsable de las demoras en atender al cliente por causas que son consideradas fuera de la garantía proporcionada. Es decir, si la falla ha sido generada por factores externos, por motivos de fuerza mayor, tales como huelgas, actos vandálicos, conmoción civil, sismos y otros desastres naturales que imposibiliten la prestación del servicio técnico. O por aquellos elementos o manipulaciones de personal ajeno o no capacitado por Global Crossing, que causen u originen el mal funcionamiento de los equipos a nivel de hardware y software.

Al comprobarse esta mala manipulación, ya sea en las instalaciones del cliente o en el laboratorio de Global Crossing; se procederá a emitir la factura correspondiente por el valor de mercado de los equipos.

- Este servicio no contempla el reemplazo de suministros eléctricos, tales como:
 - Banco de baterías o baterías en general, tales como: baterías de los teléfonos bluetooth y WiFi.
 - Elementos químicos.
 - Ventiladores de uso comercial.
 - Tomas de alimentación.
 - Pozo a tierra.
 - Así como también:
 - Headsets (almohadillas, cánulas y cable de interconexión)
 - Jebes de los mangos de los teléfonos.
 - Cordones helicoidales.

ANEXO B: Levantamiento de Información del Campus UNI



Foto B.1. Equipo NEC NEAX 2400 SDS. Telefonía Análoga Actual

A continuación se presenta los resultados obtenidos en el levantamiento de información de campo, en el Campus Universitario. Se incluye a las once Facultades y al Pabellón Central. Adicionalmente se ha realizado un estimado de los materiales que se emplearían para realizar la instalación de los puertos de datos y voz.

Matriz de Componentes de la Infraestructura de Red de Datos y Voz de la Universidad Nacional de Ingeniería																									
Area o Facultad	Ambientes	Largo (m)	Ancho (m)	Puntos Datos	Puntos Voz	Cable datos (m)	Cable voz	Instalación de punto de red																	
								Canaleta pared (2m)20x40	Esquineros 20x40	Rinconero 20x40	Unión plana 20x40	Tapa final	Curva plana	Cable UTP cat6a	Patch cord cat6A	Patch cord cat6A (video)	Patch cord cat6A (inalámb rico)	Patch cord cat6A (voz)	Wall Box	Face Plate Doble	Tarugos plás-tico 1/4 "	Jacks cat6A	Tornillos autorros -cante 1/8x3/4"		
								u	u	u	u	20x40	20x40	m	2 m	3 m	3 m	3 m	u	u	ciento	u	ciento		
FIIS	Decanato	36	10	30		1380	1840	18	10	10	18	5	10	450	25		19	19	0	13	13	1	25	1	
	Laboratorio Academico	32	22	320		4800		112	70	70	320	112	40	4800	320		19	46	320	320	8	320	8		
	Laboratorio de Fisica y Quimica	37	18	18		990		165	85	80	18	165	50	990	18			18	18	18	18	18	18		
	SistemaUNI	40	34	600		9000		4036	2000	220	600	4036	300	9000	600			600	600	50	600	50			
	Postgrado	29	13	60		2520		504	200	120	60	504	180	2520	60			60	60	20	60	20			
	Aulas 1 piso	78	25	30		3090		206	85	90	30	206	70	4022	30			30	30	10	30	10			
	Aulas 2 piso	78	25	0		0		0																	
	Biblioteca	31	22	40		2120		236	95	90	40	236	80	2242	40			40	40	15	40	15			
Total FIIS			1098	46	23900		5319	2560	695	1098	5319	745	26794	1098				1182	1182	125	1098	125			
FC	Pabellón R1	32	17	70		1980	650	429	150	150	425	30	41	2952	70	13	13	23	119	119	18	119	18		
	Pabellón R2	32	17	87		4263		474	150	150	470	29	36	4727	87			87	87	18	87	18			
	Total FC			157	23	6243		902	300	300	895	59	77	7679	157	13	13	23	206	206	36	206	36		
FIEE	Q1	42	31	180		7180	2000	576	55	40	100	45	50	10902	180			180	180	24	180	24			
	Area Academica	51	17	50		3400		227	32	60	60	50	46	3400	50			50	50	9	50	9			
	Q2 Lab. Electrónica	25	23	69		3312		414	150	49	70	60	96	3312	69			69	69	16	69	16			
	Q3 Decanato	24	22	84		3864		429	130	33	70	50	120	3864	84	21	21	50	176	176	19	176	19		
	Q4 Lab. de Telecom.	45	40	86		5610								5610	86			86	86	3	86	3			
	A3 (FIEE)	38	21	120		4720		472	130	60	85	110	130	0	269	21	21	50	722	722	3	722	3		
	Total FIEE			589	50	28086	2000	2118	497	242	385	315	442	31808	558	42	42	100	1103	1103	50	1103	50		
FIECS	M2	15	15	31		479	640	70	56	40	35	21	40	2267	31	11	11	16	69	69	5	69	5		
	M5	15	15	43		739		129	80	50	65	25	60	739	43			43	43	6	43	6			
	M6	15	15	62		837		137	80	65	65	30	63	837	62			62	62	7	62	7			
	MS	15	15	124		1560		273	90	86	100	50	100	1560	124			124	124	13	124	13			
	Post grado FIECS	27	8	15		525		58	25	31	32	22	30	525	15			15	15	3	15	3			
	Iecos FIECS	30	8	15		570		63	35	28	32	20	33	570	15			15	15	3	15	3			
	Total FIECS			290	16	4710	640	731	366	300	329	168	326	6498	290	11	11	16	328	328	36	328	36		
FIC	decanato	37	22	15		885	2040	52	40	48	48	40	41	2925	15	24	24	51	114	114	5	114	5		
	estadística	14	6	15		300		60	45	56	53	50	46	300	15			15	15	3	15	3			
	G2 (3pisos)	94	11	80		8400		280	100	64	120	60	100	12556	80			80	80	12	80	12			
	G3 (Administrativo solo 2do piso internet)	27	12	10		390		26	20	18	22	16	21	390	10			10	10	1	10	1			
	g4 necesita todos los pisos int	27	12	35		1365		76	35	34	60	45	35	1365	35			35	35	4	35	4			
	g5 necesita todos los pisos int	27	12	40		1560		104	46	42	86	75	40	1560	40			40	40	5	40	5			
	Post grado	30	17	10		470		31	20	18	28	22	22	470	10			10	10	2	10	2			
	Lab Ensayo Materiales	32	8	4		160		27	20	18	25	25	22	160	4			4	4	1	4	1			
	Estructuras	30	30	10		600		60	33	29	56	49	30	600	10			10	10	3	10	3			
	Topografía	41	29	40		2800		112	56	51	90	80	50	3080	40			40	40	5	40	5			
Total FIC			259	51	16930	2040	828	415	378	588	462	407	23406	259	24	24	51	358	358	40	358	40			
FIGMM	Edificio Inteligente	40	9	100		4900		258	110	96	100	50	80	6780	100			100	100	11	100	11			
	Centro Computo	17	17	10		340		43	36	32	40	21	30	340	10			10	10	2	10	2			
	Metalurgia	17	17	23		782		71	35	33	60	30	30	782	23			23	23	3	23	3			
	Geología	59	20	20		1580		83	43	41	55	35	35	1580	20			20	20	4	20	4			
	Decanato Minas	24	17	15		615	1720	51	30	28	45	21	25	2335	15	15	15	43	88	88	5	88	5		
	Postgrado Minas	18	7	15		375		42	28	28	36	21	22	375	15			15	15	2	15	2			
	Biblioteca Minas (Logistica)	53	13	7		462		77	40	39	56	36	35	942	7			7	7	3	7	3			
	Instituto Minero de Medio Ambiente	47	13	8		480		80	45	44	70	35	40	480	8			8	8	3	8	3			
	Estadística Minas	15	10	7		175		35	26	25	30	21	23	175	7			7	7	2	7	2			
	CFTM	39	10	15		735		67	42	41	59	36	42	735	15			15	15	3	15	3			
	Aulas CFTM 1	22	8	3		90		18	15	12	15	12	14	90	3			3	3	1	3	1			
	Aulas CFTM 2	22	8	3		90		18	15	12	15	12	14	90	3			3	3	1	3	1			
	DOCIMASIA	30	13	30				108	50	45	86	45	45	0	30			30	30	5	30	5			
	Total FIGMM			256	43	10624	1720	950	515	476	667	375	435	14704	256	15	15	43	329	329	45	329	45		

	SALA LECTURA TESIS	12	12	4	1	62.55	25.18	12	10	10	10	8	9	62.55	4			1	5	5	1	5	1
	HISTORIA UNII(GI)	10	10	2	1	11.89	3.89	6	6	6	6	4	5	11.89	2			1	3	3	1	3	1
	Procesos Técnicos Biblioteca	5	5	16	2	327.49	42	40	25	25	25	20	18	327.49	16			2	18	18	2	18	2
	Jefatura Biblioteca	6	3	1	1	45	45	3	3	3	3	2	3	45	1			1	2	2	1	2	1
	IGI Unidad Secretaría Técnica	5	5	1	1	21	21	3	3	3	3	2	3	45	1			1	2	2	1	2	1
	OCBU Jefatura	5	5	7	2	92.35	26.2	25	20	20	20	15	16	92.35	7			2	9	9	1	9	1
	Comité Electoral CEUNI	6	6	2	1	19.3	5	6	6	6	6	3	5	19.3	2			1	3	3	1	3	1
	JEFATURA ASESORIA LEGAL	6	6	2	1	46	25	4	4	4	4	2	4	46	2			1	3	3	1	3	1
	SECRETARIA ASESORIA LEGAL	6	6	1	1	21	21	3	3	3	3	2	3	21	1			1	2	2	1	2	1
	OFICINA ASESORIA LEGAL	6	6	1	0	16	0	3	3	3	3	2	3	16	1			0	1	1	1	1	1
	ADMINISTRACION ASESORIA LEGAL	6	6	6	2	59	30	15	12	12	12	8	12	59	6			2	8	8	1	8	1
	RECEPCION ASESORIA LEGAL	6	6	1	0	16	0	3	3	3	3	2	3	16	1			0	1	1	1	1	1
	SEGUNDO NIVEL ASESORIA LEGAL	6	6	3	2	63	50	8	8	8	8	6	6	63	3			2	5	5	1	5	1
	JEFATURA OCDO	6	6	1	1	30	30	3	3	3	3	2	3	30	1			1	2	2	1	2	1
	SECRETARIA OCDO	6	6	1	0	35	0	3	3	3	3	2	3	35	1			0	1	1	1	1	1
	OFICINA PROCEDIMIENTOS OCDO	6	6	2	1	60.46	38	5	5	5	5	3	5	60.46	2			1	3	3	1	3	1
	NOTARIA OCDO	6	6	1	1	42	42	3	3	3	3	2	3	42	1			1	2	2	1	2	1
	CENCA 1ER NIVEL	6	6	2	2	19.48	19.48	5	5	5	5	4	5	19.48	2			2	4	4	1	4	1
	CENCA 2DO NIVEL	6	6	6	0	142.62	0	16	12	12	12	8	12	142.62	6			0	6	6	1	6	1
	Jefatura Cultura	6	6	4	1	114.6	30	13	10	10	10	8	10	114.6	4			1	5	5	1	5	1
	SALA DE TRABAJO OCCI	6	6	4	1	72.62	20	13	10	10	10	8	10	72.62	4			1	5	5	1	5	1
	Archivo Registro Central Estadístico	6	6	4	1	73	17.5	12	10	10	10	8	10	73	4			1	5	5	1	5	1
	Oficina Deposito	6	6	6	0	87	0	18	15	15	15	12	15	87	6			0	6	6	1	6	1
	Secretaria (Hall Espera)	6	6	2	0	9	0	6	6	6	6	4	6	9	2			0	2	2	1	2	1
	Secretaria ORCE	6	6	5	1	42	26	15	14	14	14	9	14	42	5			1	6	6	1	6	1
	Sesión de Fotos	6	6	5	1	70.2	18.3	12	11	11	11	6	10	70.2	5			1	6	6	0	6	0
	Jefatura ORCE	6	6	4	2	89.5	48.7	11	10	10	10	4	10	89.5	4			2	6	6	0	6	0
	Oficina de Constancia y Certificados	6	6	10	2	98.7	16.3	30	25	25	25	10	25	98.7	10			2	12	12	0	12	0
	Oficina de Informática y Estadística	6	6	13	0	213	0	35	25	25	25	20	25	213	13			0	13	13	1	13	1
	Data Center	6	6	5	0	30	0	12	10	10	10	5	10	30	5			0	5	5	1	5	1
	OCPLA	6	6	18	2	700.32	58	40	25	25	25	20	25	700.32	18			2	20	20	1	20	1
	Logística Jefatura	6	5	1	1	15	15	2															
	Secretaría Logística	8	4	1	1	15	14	2															
	Sala de Trabajo OCL	11	7	3	3	47	47	5															
	Of. Abastecimiento	10	6	3	3	45	45	6															
	Sub total Pabellón Central Segundo piso			148	39	2852.08	779.55	398	308	308	308	211	291	2754.5	140	0	0	31	171	171	29	171	29
	Programación ORCE	11	7	22	2	236	10	50	40	40	40	20	40	236	22			2	24	24	2	24	2
	Postgrado Administracion	7	6	6	2	1851	207	35	30	30	30	20	30	1851	15			2	17	17	2	17	2
	AULA POST-GRADO	7	6	1	0	13	0																
	SALA DE ESPERA POST-GRADO	4	5	2	0	18	0																
	SALA DE COMPUTO POST-GRADO	4	5	3	0	27	0																
	SECRETARIA POST-GRADO	5	4	2	1	18																	
	Dirección escuela graduados Post Grado	5	4	2	0	18	0																
	Cooperacion Internacional	7	6	5	2	428	173	15	12	12	12	6	12	428	5			2	7	7	1	7	1
	Relaciones Publicas	10	7	14	1	440	33	30	25	25	25	15	23	440	14			1	15	15	2	15	2
	gabinete planillas	9	8	7	2	165.61	38.79	15	14	14	14	10	14	165.61	7			2	9	9	1	9	1
	escalafón	12	8	9	1	353.61	30.2	21	15	15	15	8	15	353.61	9			1	10	10	1	10	1
	ADMINISTRACION OCP	4	4	3	1	44	20	10	8	8	8	5	8	44	3			1	4	4	1	4	1
	SALA DE SERVIDORES OCP	4	3	4	0	22	0	12	10	10	10	6	10	22	4			0	4	4	1	4	1
	Secretaria OCP	5	4	3	0	69	0	10	8	8	8	5	8	69	3			0	3	3	1	3	1
	SALA DE REUNIONES OCP	6	4	1	0	31	0	3	3	3	3	2	3	31	1			0	1	1	1	1	1
	JEFATURA OCP	6	4	2	1	56	27	6	4	4	4	2	4	56	2			1	3	3	1	3	1
	Tramites de documentos Administracion	4	2	1	1	21	21	3	3	3	3	2	3	21	1			1	2	2	1	2	1
	Tramites de documentos Secretaria	4	4	1	1	25	25	3	3	3	3	2	3	25	1			1	2	2	1	2	1
	SALA TRABAJO OCI	11	7	4	1	138	38	12	10	10	10	5	10	138	4			1	5	5	1	5	1
	UNIDAD DE PENSIONES	7	8	5	1	260	47	13	10	10	10	5	10	260	5			1	6	6	1	6	1
	ALMACEN DE PRESUPUESTOS	5	4	4	1	241	64	11	9	9	9	5	9	241	4			1	5	5	1	5	1
	UNIVERSIA	9	8	30		300		20	15	15	15	10	15	300	30	0	0	0	30	30	2	30	2
	Sub total Tercer Piso Pabellón Central			131	18	4775.22	733.99	269	219	219	219	128	217	4681.22	130	0	0	17	147	147	21	147	21
	Total Pabellón Central			415	84	13108.95	2535.66	1038.83	809	812	806	568	769	12917.37	406	0	0	75	482	482	81	482	81
	Total Facultades y Pabellón Central			3918	459	159891	15205.7	27178	13437	8509	11663	16429	8359	374348.37	7771	409	409	867	10263	10263	1005	10095	1005

ANEXO C: Glosario de términos

- AON Application-Oriented Networking
- AS Autonomous System
- ASN Autonomous System Number
- ATM Asynchronous Transfer Mode
- BGP Border Gateway Protocol
- DLCI Data Link Circuit Identifier
- FEC Forwarding Equivalence Class
- FTN FEC to NHLFE Map
- IGP Interior Gateway Protocol
- ILM Incoming Label Map
- IP Internet Protocol
- ITU International Telecommunication Union
- LDP Label Distribution Protocol
- L2 Layer 2
- L3 Layer 3
- LSP Label Switched Path
- LSR Label Switching Router
- MPLS Multi Protocol Label Switching
- NHLFE Next Hop Label Forwarding Entry
- SVC Switched Virtual Circuit
- SVP Switched Virtual Path
- TTL Time-To-Live
- VC Virtual Circuit
- VCI Virtual Circuit Identifier
- VP Virtual Path
- VPI Virtual Path Identifier
-
- Access. Modo de operación configurado sobre el puerto del switch cuando es necesario colocar un dispositivo a una sola VLAN.

BIBLIOGRAFIA

- [1]. Alarcón Aquino, Vicente; Martínez Suarez, Juan Carlos, “Introducción a Redes MPLS”, El Cid Editor - Argentina, 2008.
<http://site.ebrary.com/lib/esansp/docDetail.action?docID=10232356&page=8>
- [2]. Huidobro Moya, José M., “Redes y Servicios de Telecomunicaciones”. Paraninfo, 2001.
- [3]. Forouzan, Behrouz A., “Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones”, Mc Graw Hill – España, 2007.
- [4]. España Boquera, María Carmen, “Servicios Avanzados de Telecomunicación”, Díaz de Santos S.A - España-América Latina, 2003.
- [5]. <http://www.cisco.com>
- [6]. Documentos RPV Multiservicios Local Perú - Telmex Perú.
- [7]. Seminario de Tecnología MPLS. Instituto Tecnológico de Teléfonos de México S.C. INTTELMEX, México, 2005.
- [8]. Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio, “Metodología de la Investigación” McGraw Hill Interamericana Editores, S.A – México, 2000.