



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

CARRERA INGENIERÍA EN SISTEMAS E INFORMÁTICA

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**AUTORES: ORTEGA YÁNEZ, CARLOTA MARGARITA
ORTEGA YÁNEZ, JOSÉ EDUARDO**

**TEMA: Propuesta para la Toma de Decisiones de un Modelo de Red Basado en
MPLS Orientado a Proveer Calidad de Servicio para el Edificio Zarzuela del IESS**

DIRECTOR: ING. TORRES, JOSÉ LUIS

CODIRECTOR: ING. MARCILLO, DIEGO

SANGOLQUÍ, MARZO 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

CERTIFICADO

Ing. José Luis Torres

Ing. Diego Marcillo

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado "PROPUESTA PARA LA TOMA DE DECISIONES DE UN MODELO DE RED BASADO EN MPLS ORIENTADO A PROVEER CALIDAD DE SERVICIO PARA EL EDIFICIO ZARZUELA DEL IESS", fue realizado en su totalidad por la Srta. Carlota Margarita Ortega Yáñez y el Sr. José Eduardo Ortega Yáñez como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas e Informática.

Sangolquí, Marzo de 2015



Ing. José Luis Torres
DIRECTOR



Ing. Diego Marcillo
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Ortega Yáñez Carlota Margarita

Ortega Yáñez José Eduardo

DECLARAN QUE:

La presente tesis de grado titulada "PROPUESTA PARA LA TOMA DE DECISIONES DE UN MODELO DE RED BASADO EN MPLS ORIENTADO A PROVEER CALIDAD DE SERVICIO PARA EL EDIFICIO ZARZUELA DEL IESS", ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

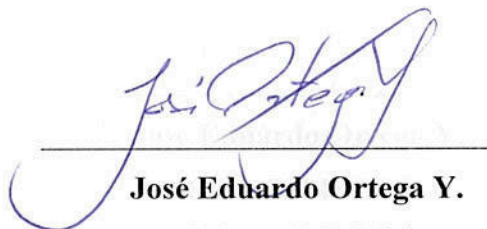
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Marzo de 2015



Carlota Ortega Y.

CC: 1711418804



José Eduardo Ortega Y.

CC: 1711418796

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Ortega Yánez Carlota Margarita

Ortega Yánez José Eduardo

AUTORIZAN

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación en la Biblioteca Virtual de la Institución del trabajo “PROPUESTA PARA LA TOMA DE DECISIONES DE UN MODELO DE RED BASADO EN MPLS ORIENTADO A PROVEER CALIDAD DE SERVICIO PARA EL EDIFICIO ZARZUELA DEL IESS”, cuyo contenido, ideas y criterio son de nuestra responsabilidad y autoría.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

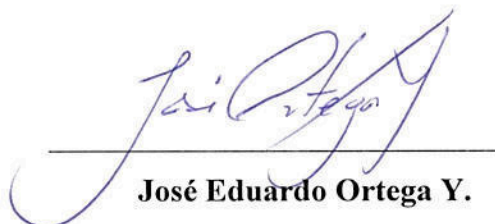
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, Marzo de 2015



Carlota Ortega Y.

CC:1711418804



José Eduardo Ortega Y.

CC: 1711418796

DEDICATORIA

A mi Padre Dios, quién cada día me muestra su amor y su respaldo en todo lo que emprendo.

A mis padres, por su amor, paciencia y apoyo, por creer en mí y mostrarme que de la mano de Dios todo es posible. A mis hermanos José y Gaby, por su respaldo en todo momento y como una muestra de que el apoyo de la familia impulsa a alcanzar todos los sueños.

Carlota Margarita Ortega Yáñez

DEDICATORIA

A Dios por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y siempre estar a mi lado.

A mi padre, por siempre darme la confianza de que puedo contar con él en todo momento como padre y amigo. A mi madre que me ha mostrado día a día que la vida es una constante lucha por ser mejores y felices. A mi hijo José Antonio que desde que llego a mi vida es mi motivo de felicidad y es por quien lucho cada día una mejor persona, padre y profesional. A mis abuelitos Papá Carlos y Abel que siempre me han cuidado ahora desde el cielo, A mi abuelita Lucrecia y Marujita que siempre con sus bendiciones han pedido por mí. A mis hermanas Carla y Gabriela que tengo la bendición de tenerlas en mi vida.

José Eduardo Ortega Yáñez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque cada día me da la oportunidad de empezar de nuevo, disfrutar de sus bendiciones y me ha dado la fortaleza para culminar esta meta.

Mi agradecimiento a mis padres, por su ejemplo de trabajo y honestidad, por su esfuerzo que ha permitido que junto a mis hermanos nos formemos profesionalmente.

A mi familia en la fe y amigos, de quienes en todo momento cuento con sus oraciones y cariño.

A nuestro Director y Codirector de Tesis, el Ing. José Luis Torres y el Ing. Diego Marcillo, por su apoyo y guía los cuales permitieron la culminación del presente trabajo.

Al Director de nuestra carrera de Ingeniería en Sistemas e Informática, el Ing. Mauricio Campaña por su soporte e incentivo para la culminación de esta etapa académica.

Gracias a todos los docentes que nos compartieron de su conocimiento y experiencia durante los años de estudio, de quienes aprendí mucho y trato de reflejar el gran profesionalismo inculcado en una de las mejores universidades del país.

Carlota Margarita Ortega Yáñez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida y por haberme dado la fuerza para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mis padres, por hacer el esfuerzo en permitirme formarme profesionalmente en mi querida universidad, pese a las dificultades que se me presentaron; incluso por la distancia que mantuvimos físicamente, supieron guiarme para concluir con mis estudios.

Al Ing. José Luis Torres, Ing. Diego Marcillo, Ing. Mauricio Campaña quienes en su lado profesional y personal colaboraron con la elaboración de este proyecto de tesis. Y son dignos representantes de tan prestigiosa Universidad en la que he tenido la suerte de formarme en sus aulas y con sus docentes.

José Eduardo Ortega Yáñez

ÍNDICE

CERTIFICADO	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO 1.....	1
1. Objetivos y Alcance	1
1.1 Objetivo General	1
1.2 Objetivos Específicos	1
1.3 Alcance.....	1
1.4 Descripción de la empresa - Reseña Histórica.....	2
1.5 Misión y visión del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.....	4
1.5.1 Visión.....	4
1.5.2 Misión fundamental del IESS	5
1.6 Autoridades Concejo Directivo del IESS.....	5
1.7 Orgánico Funcional.....	5
1.8 Órganos de Gobierno	6
1.8.1 Dirección general	7
1.8.2 Dirección provincial.....	7
1.8.3 Direcciones Especializadas	7
1.9 Prestaciones y servicios.....	8
1.9.1 Prestaciones.....	8
1.9.2 Servicios.....	9

1.10	Proceso de inversiones del IESS.....	11
1.10.1	Introducción.....	11
1.10.2	Dirección de Inversiones.....	11
1.10.3	Responsabilidades de la Dirección de Inversiones.....	12
1.11	El Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.....	14
	CAPÍTULO 2.....	16
2.	Redes.....	17
2.1	Red de comunicación.....	17
2.2	Redes de datos.....	18
2.2.1	Clases de redes de datos.....	18
2.3	Conceptos básicos.....	19
2.3.1	Paquetes y tramas.....	19
2.3.2	Protocolos.....	19
2.3.3	Modelo OSI.....	20
2.3.4	Envío (Forwarding).....	21
2.3.5	Ruteo (Routing).....	22
2.3.6	Conmutación (Switching).....	22
2.3.7	Otras tecnologías.....	22
2.3.8	Ruteo IP Convencional.....	23
2.3.9	ATM.....	24
	CAPÍTULO 3.....	25
3.	MPLS Conceptos Básicos.....	25
3.1	Arquitectura MPLS- Componentes.....	26
3.1.1	LSR Enrutadores de Conmutación de Etiquetas (Label Switching Router).....	26
3.1.2	LER-Enrutador de Etiquetas Fronteras (Label Edge Router).....	28
3.1.3	FEC-Clase Equivalente de Envío (Forwarding Equivalence Class).....	28
3.1.4	LSP - Camino de Paquete de Datos (Label Switching Path).....	30
3.1.5	Upstream y Downstream.....	31
3.1.6	Etiquetas.....	31

3.1.7	Tablas de enrutamiento	32
3.1.8	Protocolos en MPLS	34
3.1.9	Protocolo LDP – Protocolo de Distribución de Etiquetas	34
3.1.10	Descripción Funcional MPLS	35
3.1.11	Asignación de Etiquetas MPLS.....	36
3.1.12	Establecimiento de Sesión LDP (Protocolo de Distribución de Etiquetas)	36
3.1.13	Distribución de Etiquetas MPLS.....	37
3.1.14	Control de Distribución de Etiquetas	37
3.1.15	Esquema de Distribución de Etiquetas.....	38
3.1.16	Retenciones y Etiquetas	40
3.1.17	Etiquetas Especiales de Salida	40
3.1.18	Ventajas de MPLS sobre otras tecnologías	41
3.1.19	Aplicaciones MPLS	42
3.1.20	Ingeniería de Tráfico (Traffic Engineering - TE).....	43
3.1.21	Funcionamiento de la Ingeniería de Tráfico.....	43
3.1.22	Ventajas de la Ingeniería de Tráfico.....	45
3.1.23	División de la Ingeniería de Tráfico.....	46
3.1.24	Componentes de la Ingeniería de Tráfico.....	47
3.2	Calidad de Servicio – QoS (Quality of Service).....	49
3.2.1	Modelos de Calidad de Servicio.....	49
3.2.2	Soporte de Clases de Servicio	50
3.3	Redes Virtuales Privadas	51
4.1	Situación actual de la red.....	53
4.2	Dimensionamiento de la red actual.....	54
4.3	Cableado Estructurado	55
4.4	Data Center	56
4.5	Equipamiento de red actual	58
4.5.1	Infraestructura WAN.....	58
4.5.2	Infraestructura LAN.....	59
4.5.2.1	Servidores.....	60

4.6	Topología Actual.....	60
4.6.1	Tecnología.....	60
4.6.2	Servicios.....	61
4.6.3	Proveedores actuales	62
4.6.4	Consideraciones IEFT	63
4.7	Definición de Infraestructura necesaria.....	69
4.7.1	Diseño de Centro de Datos.....	69
4.7.1.1	Diseño Físico.....	69
4.7.1.2	Distribución de equipos.....	71
4.8	Cableado estructurado	72
4.8.1	Estándares de Cableado estructurado	72
4.9	Detalle de la importancia del proyecto.....	74
4.9.1	Calidad y Rendimiento.....	75
4.9.2	Altos niveles de seguridad	76
4.9.3	Administración en tiempo real	76
4.10	Diseño propuesto.....	76
4.10.1	Análisis Operativo.....	78
4.10.2	Arquitectura de encaminamiento	79
4.10.3	Planificación a través de rutas Explícitas	81
4.10.4	Previsión del Tráfico	83
4.10.5	Modelo de Optimización MPLS	86
4.10.6	Razones para cambiarse a MPLS	88
4.10.7	Análisis comparativo de Proveedores	89
4.11	Estimación presupuestaria de implementación del modelo propuesto.....	90
4.11.1	Evaluación de Costos	90
4.11.2	Financiamiento.....	90
4.11.3	Presupuesto Plan Operativo Anual – P.O.A.....	90
4.11.4	Reducción de Costos	91
4.11.5	Análisis Costo/Beneficio.....	92
4.11.6	Retorno de la Inversión	92

4.11.7	Periodo de Recuperación de la Inversión	93
4.11.8	Tasa Interna de Retorno	94
4.11.9	Valor Actual Neto	94
CAPÍTULO 5.....		97
5.1	Conclusiones.....	97
5.2	Recomendaciones.....	99
BIBLIOGRAFÍA.....		100
BIOGRAFÍA.....		102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Logo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.....	2
Figura 2: Logo del Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.....	14
Figura 3: Redes de comunicación.....	17
Figura 4: Modelo OSI	20
Figura 5: Celda ATM.....	24
Figura 6: Núcleo MPLS	26
Figura 7: LER-LSR.....	27
Figura 8: Componentes de una Red MPLS.....	29
Figura 9: Ejemplo LSP.....	30
Figura 10: Encapsulado de la etiqueta MPLS Genérica	31
Figura 11: Etiqueta MPLA Genérica.....	31
Figura 12: Tablas de Enrutamiento.....	33
Figura 13: LSR Upstream y Downstream.....	37
Figura 14: Unsolicited Downstream.....	38
Figura 15: Downstream on Demand.....	38
Figura 16: Unsolicited Downstream Versus Downstream on Demand.....	39
Figura 17: IGP vs. Ingeniería de Tráfico	44
Figura 18: Clases de Servicio en MPLS	51
Figura 19: Red Privada Virtual con MPLS	52
Figura 20: Conectividad Actual.....	54
Figura 21: Problemas actuales, Centro de Datos.....	57
Figura 22: Diagrama de Centro de Datos Propuestos.....	64
Figura 23: DMZ.....	65
Figura 24: Núcleo	66
Figura 25: Distribución	67
Figura 26: Acceso Por Piso Y Servidores Locales.....	67
Figura 27: Roaming WI-FI Propuesto	68
Figura 28: Arquitectura y Servidores.....	68
Figura 29: Plano de ubicación del montaje de Centro de Datos.....	70
Figura 30: Plano de Centro de Datos propuesto.....	71

Figura 31: Vista en 3D de Centro de Datos propuesto	72
Figura 32: Importancia del cableado	74
Figura 33: Arquitectura propuesta	77
Figura 34: Estructura jerárquica a tres niveles	80
Figura 35: Encaminamiento basado en restricciones.....	81
Figura 36: Descripción funcional de la Ingeniería de tráfico MPLS.....	83
Figura 37: Definición de la Matriz de la demanda	85
Figura 38: GMPLS sobre MPLS y ATM 1	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Enlaces Actuales.....	59
Cuadro 2: Aplicaciones actuales sobre la red.....	62
Cuadro 3: Encaminamiento basado en restricciones	82
Cuadro 4: Previsión de Tráfico.....	85
Cuadro 5: Tabla Operadora de Servicios de Internet VS Costos	90
Cuadro 6: Cálculos Económicos Implementación desde cero	95
Cuadro 7: Cálculos Económicos Implementación Reutilizando equipos	96

RESUMEN

El presente trabajo es un análisis a la red del Edificio Zarzuela del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), presentando también una síntesis de esta entidad desde sus inicios. Principalmente se analiza las necesidades de conexión que tiene el Proceso de Inversiones del IESS con las distintas entidades con las cuales interactúa. Se ha realizado una investigación de la Tecnología MPLS, en la cual se basa la solución propuesta, presentando los conceptos básicos, su arquitectura y ventajas; poniendo énfasis en Ingeniería de Tráfico, Calidad de Servicio y Redes Privadas Virtuales. Como parte del análisis de la red de datos LAN y WAN, del Edificio Zarzuela del IESS, se presenta la situación actual de la red y en base a este estudio, se propone un diseño de red basado en la tecnología MPLS, el mismo que busca mejorar el rendimiento del tráfico de la red interna y hacia sus nodos remotos, proveyendo Calidad de Servicio. El diseño propuesto incluye Diagramas de la conexión entre pisos del edificio, de su red WLAN, del núcleo, DMZ y Centro de datos. Se plantea dos propuestas, la primera presenta una implementación desde cero con equipos nuevos y la segunda que considera una reutilización de equipos. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la propuesta.

PALABRAS CLAVE:

- **MPLS**
- **CALIDAD DE SERVICIO**
- **INGENIERÍA DE TRÁFICO**
- **REDES PRIVADAS VIRTUALES**

ABSTRACT

The present paper, present a project where the Zarzuela's Building network from the Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) is analyzed. Mainly connection needs to have the Investment Process IESS with the various entities with which it interacts is analyzed. Has conducted an investigation of the MPLS technology, in which the proposed solution is based, presenting the basic concepts, architecture and advantages; emphasizing Traffic Engineering, Quality of Service and Virtual Private Networks. As part of the analysis of the network of LAN and WAN, Zarzuela's Building, the current data network situation is presented and based on this study, a network design based on MPLS is proposed, the same as looking improve the performance of internal network traffic and to their remote nodes, providing Quality of Service. The proposed design includes diagrams of the connection between floors of the building, its WLAN network core, DMZ and data center. Two proposals were raised, the first presents an implementation with new equipment and the second considers a reuse machine. Finally, conclusions and recommendations of the proposal are presented.

KEY WORDS:

- **MPLS**
- **QUALITY OF SERVICE**
- **TRAFFIC ENGINEERING**
- **VIRTUAL PRIVATE NETWORK**

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

En el primer capítulo de la presente tesis, tiene como objetivo presentar una visión global del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y un enfoque particular de las áreas involucradas en el proceso de las Inversiones que realiza el Instituto; el cual debido a su importancia y dinamismo requiere contar con una plataforma tecnológica que soporte las diversas operaciones que realiza, permitiéndole continuar con su desarrollo en cuanto a conectividad con las diferentes instituciones financieras que se requiera.

1. Objetivos y Alcance

1.1 Objetivo General

Proponer un diseño de red que permita la toma de decisiones para el Edificio Zarzuela del IESS, mediante la tecnología MPLS orientado a brindar calidad de servicio.

1.2 Objetivos Específicos

- Levantar información del estado actual de la red de datos en el edificio Zarzuela, para realizar un diseño de red basado en MPLS asegurando Calidad de Servicio (QoS).
- Investigar la estructura y funcionamiento que brinda MPLS.
- Determinar la importancia de proveer Calidad de Servicio sobre la red de datos.
- Aportar con esta investigación a la toma de decisiones para realizar la migración de la red actual a MPLS.

1.3 Alcance

- El alcance del caso de estudio estará dado por los siguientes parámetros:
- Levantamiento de la red pasiva – activa de la red.

- Análisis de rendimiento de la red propuesta.
- Plan Migración de los servicios actuales del cliente sobre la red propuesta.
- Presupuesto de Migración.
- Migración de la topología actual sobre una red Metroethernet a la topología MPLS sobre una red IP.
- Posibilidad de evolución, oportunidades y desventajas.
- Estudio de costos de la migración.

1.4 Descripción de la empresa - Reseña Histórica



Figura 1 : Logo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

El gobierno del doctor Isidro Ayora Cueva, mediante Decreto N° 018, del 8 de marzo de 1928, creó la Caja de Jubilaciones y Montepío Civil, Retiro y Montepío Militares, Ahorro y Cooperativa, institución de crédito con personería jurídica, organizada que de conformidad con la Ley se denominó Caja de Pensiones.

La Ley consagró a la Caja de Pensiones como entidad aseguradora con patrimonio propio, diferenciado de los bienes del Estado, con aplicación en el sector laboral público y privado.

Su objetivo fue conceder a los empleados públicos, civiles y militares, los beneficios de Jubilación, Montepío Civil y Fondo Mortuario. En octubre de 1928, estos beneficios se extendieron a los empleados bancarios.

En octubre de 1935 mediante Decreto Supremo No. 12 se dictó la Ley del Seguro Social Obligatorio y se crea el Instituto Nacional de Previsión, órgano superior del Seguro Social que comenzó a desarrollar sus actividades el 1° de mayo de 1936. Su finalidad fue establecer la práctica del Seguro Social Obligatorio, fomentar el Seguro Voluntario y ejercer el Patronato del Indio y del Montubio.

En la misma fecha inició su labor el Servicio Médico del Seguro Social como una sección del Instituto.

En febrero de 1937 se reformó la Ley del Seguro Social Obligatorio y se incorporó el seguro de enfermedad entre los beneficios para los afiliados. En julio de ese año, se creó el Departamento Médico, por acuerdo del Instituto Nacional de Previsión.

En marzo de ese año, el Ejecutivo aprobó los Estatutos de la Caja del Seguro de Empleados Privados y Obreros, elaborado por el Instituto Nacional de Previsión. Nació así la Caja del Seguro Social, cuyo funcionamiento administrativo comenzó con carácter autónomo desde el 10 de julio de 1937.

El 14 de julio de 1942, mediante el Decreto No. 1179, se expidió la Ley del Seguro Social Obligatorio. Los Estatutos de la Caja del Seguro se promulgaron en enero de 1944, con lo cual se afianza el sistema del Seguro Social en el país. (www.iess.gob.ec, 2014)

En diciembre de 1949, por resolución del Instituto Nacional de Previsión, se dotó de autonomía al Departamento Médico, pero manteniéndose bajo la dirección del Consejo de Administración de la Caja del Seguro, con financiamiento, contabilidad, inversiones y gastos administrativos propios.

Las reformas a la Ley del Seguro Social Obligatorio de julio de 1958 imprimieron equilibrio financiero a la Caja y la ubicaron en nivel de igualdad con la de Pensiones, en lo referente a cuantías de prestaciones y beneficios.

En septiembre de 1963, mediante el Decreto Supremo No. 517 se fusionó la Caja de Pensiones con la Caja del Seguro para formar la Caja Nacional del Seguro Social. Esta Institución y el Departamento Médico quedaron bajo la supervisión del ex -Instituto Nacional de Previsión.

Mediante Decreto Supremo N° 40 del 25 de julio de 1970 y publicado en el Registro Oficial N° 15 del 10 de julio de 1970 se transformó la Caja Nacional del Seguro Social en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social .

El 20 de noviembre de 1981, por Decreto Legislativo se dictó la Ley de Extensión del Seguro Social Campesino.

En 1986 se estableció el Seguro Obligatorio del Trabajador Agrícola, el Seguro Voluntario y el Fondo de Seguridad Social Marginal a favor de la población con ingresos inferiores al salario mínimo vital.

El Congreso Nacional en 1987 integró el Consejo Superior en forma tripartita y paritaria, con representación del Ejecutivo, empleadores y asegurados; estableció la obligación de que consten en el Presupuesto General del Estado las partidas correspondientes al pago de las obligaciones del Estado.

En 1991, el Banco Interamericano de Desarrollo, en un informe especial sobre Seguridad Social, propuso la separación de los seguros de salud y de pensiones y el manejo privado de estos fondos.

La Asamblea Nacional, reunida en 1998 para reformar la Constitución Política de la República, consagró la permanencia del IESS como única institución autónoma, responsable de la aplicación del Seguro General Obligatorio.

El IESS, según lo determina la vigente Ley del Seguro Social Obligatorio, se mantiene como entidad autónoma, con personería jurídica, recursos propios y distintos de los del Fisco.

1.5 Misión y visión del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

1.5.1 Visión

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) es una entidad pública descentralizada, creada por la Constitución Política de la República, dotada de autonomía normativa, técnica, administrativa, financiera y presupuestaria, con

personería jurídica y patrimonio propio, que tiene por objeto indelegable la prestación del Seguro General Obligatorio en todo el territorio nacional.

El Seguro General Obligatorio forma parte del sistema nacional de seguridad social, y como tal, su organización y funcionamiento se fundamentan en los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad, equidad, subsidiariedad y suficiencia.

1.5.2 Misión fundamental del IESS

El IESS tiene la misión de proteger a la población urbana y rural, con relación de dependencia laboral o sin ella, contra las contingencias de enfermedad, maternidad, riesgos del trabajo, discapacidad, cesantía, invalidez, vejez y muerte, en los términos que consagra la Ley de Seguridad Social.

1.6 Autoridades Concejo Directivo del IESS

- Eco. Víctor Hugo Villacrés - Presidente del Consejo Directivo del IESS
- Ing. Felipe Pezo Zúñiga - Vocal del Consejo Directivo IESS
- Ing. Paulina Guerrero - Vocal del Consejo Directivo IESS

1.7 Orgánico Funcional

Mediante Resolución N° 021, el Consejo Directivo del IESS aprobó el nuevo código orgánico funcional de la Institución que cuenta con seis niveles:

- **Nivel de gobierno y Dirección superior.-** Responsables de la aplicación del Seguro General Obligatorio en todo el territorio nacional: Consejo Directivo, Dirección General y Dirección Provincial.
- **Nivel de Dirección especializada.-** Órganos especializados en el aseguramiento de las contingencias y calificación del derecho a las prestaciones que otorga el

Seguro General Obligatorio: Dirección del Seguro General de Salud Individual y Familiar, Dirección del Sistema de Pensiones, Dirección del Seguro General de Riesgos del Trabajo y Dirección del Seguro Social Campesino.

- **Nivel de reclamación administrativa.-** Responsables de la aprobación o denegación de los reclamos de prestaciones plantados por los asegurados: Comisión Nacional de Apelaciones y Comisión Provincial de Prestaciones y Controversias. Son instancias de resolución administrativa.
- **Nivel Técnico Auxiliar.-** Dirección Actuarial y Comisión Técnica de Inversiones.
- **Nivel de Control Interno.-** La Auditoría Interna es el órgano de control independiente, de evaluación y asesoría, responsable del examen posterior, objetivo, profesional, sistemático y periódico de los procedimientos administrativos, presupuestarios y financieros del Instituto.
- **Nivel de asistencia técnica y administrativa.-** Dirección Económica Financiera, Dirección de Servicios Corporativos, Dirección de Desarrollo Institucional, Secretaría General y Procuraduría General. (IESS, 2014)

1.8 Órganos de Gobierno

El Consejo Directivo es el órgano máximo de gobierno y le corresponde dictar las políticas para la aplicación del Seguro General Obligatorio, así como las normas de organización y funcionamiento de los seguros generales y especiales administrados por el IESS y la fiscalización de los actos de la administración. Está conformado de manera tripartita por un representante del Ejecutivo, quien lo preside, un representante de los empleadores y un representante de los trabajadores.

1.8.1 Dirección general

Es el órgano responsable de la organización, dirección y supervisión de todos los asuntos relativos a la ejecución de los programas de protección provisional de la población urbana y rural, con relación de dependencia laboral o sin ella, con sujeción a lo que determina la Ley de Seguridad Social. La autoridad responsable es el Director General.

En esta nueva estructura se crea la Subdirección General, dependencia de apoyo y asistencia a la Dirección General. La autoridad responsable es el Subdirector General, quien es designado por el Consejo Directivo. Cuando el Director General renuncia, falta o se ausenta temporalmente o por impedimento, le subroga el Subdirector General.

1.8.2 Dirección provincial

Es responsable de la aplicación de las estrategias de aseguramiento obligatorio, la recaudación oportuna de las aportaciones de los empleadores y asegurados y la calificación del derecho a prestaciones de los afiliados, comprendidos en la circunscripción geográfica de su competencia. Es el órgano responsable del manejo de las cuentas patronales e individuales de los asegurados, del ejercicio de la jurisdicción coactiva, y de la consolidación de la información presupuestaria y contable de todas las dependencias administrativas subordinadas a su autoridad.

1.8.3 Direcciones Especializadas

Dentro del nivel de dirección especializada se encuentran las direcciones del Seguro General de Salud Individual y Familiar, el Sistema de Pensiones, el Seguro General de Riesgos del Trabajo, el Seguro Social Campesino y las direcciones

provinciales, encargadas del aseguramiento de las contingencias y la calificación del derecho a las prestaciones que otorga el Seguro General Obligatorio.

1.9 Prestaciones y servicios

1.9.1 Prestaciones

1.9.1.1 Seguro de salud

El Seguro General de Salud Individual y Familiar se financia con el 5.71% del aporte patronal. Protege a la población asegurada en casos de enfermedad, maternidad, y subsidios monetaria de duración transitoria.

1.9.1.2 Seguro de pensiones

La Dirección del Sistema de Pensiones por intermedio de las Unidades Provinciales del Sistema de Pensiones concede las siguientes prestaciones:

- Jubilación por Invalidez que incluye el subsidio transitorio por incapacidad.
- Jubilación ordinaria por vejez.
- Pensiones de Montepío.
- Auxilio de Funerales.
- Jubilaciones Especiales: Jubilaciones de trabajadores de telecomunicaciones, Jubilación Adicional de Magisterio, Jubilación especial de trabajadores de artes e industrias gráficas.
- Beneficios Adicionales: Mejor Aumento (Al cumplir 70 años y haberse jubilado con 420 impositaciones), Aumento Excepcional (Al cumplir 80 años de edad y haberse jubilado con 360 impositaciones).

1.9.1.3 Seguro de riesgos de trabajo

El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo y acciones de reparación de los daños que resulten de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral.

1.9.1.4 Seguro campesino

El Seguro Social Campesino es un régimen especial del Seguro Universal Obligatorio, que protege a la población rural y a las personas dedicadas a la pesca artesanal.

1.9.2 Servicios

1.9.2.1 Prestamos

a. Hipotecarios

Préstamos para adquirir viviendas terminadas como casas, departamentos y viviendas multifamiliares que se encuentren listas para ser habitables.

b. Quirografarios

El préstamo quirografario que se concede es el equivalente al saldo disponible de la suma de los valores en las cuentas individuales de los Fondos de Reserva y Cesantía General, mismos que garantizan la concesión del préstamo; y dependiendo de la capacidad de pago del afiliado o jubilado, se podrá solicitar un monto de hasta 80 salarios básicos unificados del trabajador en general.

c. Prendarios

Si se requiere préstamos urgentes, el Monte de Piedad le proporciona créditos inmediatos con dinero en efectivo, dejando como garantía joyas de oro.

1.9.2.2 Fondos de reserva

El IESS es recaudador del Fondo de Reserva de los empleados, obreros, y servidores públicos, afiliados al Seguro General Obligatorio, que prestan servicios por más de un (1) año para un mismo empleador, de conformidad con lo previsto en el Código del Trabajo.

De acuerdo con la nueva “LEY PARA EL PAGO MENSUAL DEL FONDO DE RESERVA Y EL RÉGIMEN SOLIDARIO DE CESANTÍA POR PARTE DEL ESTADO”, publicada en el Registro Oficial No. 644, de 29 de julio del 2009, se establece la nueva modalidad para el pago del fondo de reserva .

A partir del mes de agosto del 2009, el empleador pagará por concepto de fondo de reserva de manera mensual y directa a sus trabajadores, conjuntamente con el salario o remuneración, un valor equivalente al ocho coma treinta y tres por ciento (8,33%) de la remuneración de aportación.

1.9.2.3 Cesantía

Consiste en la entrega de una suma de dinero al afiliado/a que se encuentra en situación de desempleo.

El monto de la prestación se computará de acuerdo al fondo de cesantía acumulado en la cuenta individual del afiliado/a y que se financia con el aporte del 2% personal y 1% patronal a la tasa de rendimiento fijada por el IESS.

1.10 Proceso de inversiones del IESS

1.10.1 Introducción

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, se encuentra organizado de acuerdo a las prestaciones y servicios que este brinda a los afiliados y jubilados en varias Direcciones también llamados Seguros.

Dichos Seguros destinan una parte dentro de su presupuesto para realizar inversiones, cuyo rendimiento servirá para realizar parte de sus actividades y brindar de estos réditos beneficios a los afiliados y jubilados del Instituto.

Para la realización de este proceso intervienen principalmente las Direcciones de Inversiones, Dirección Económica Financiera, Dirección Nacional de Riesgos; en cuanto a la parte tecnológica necesaria para todos los procesos la encargada de esta labor es la Dirección de Desarrollo Institucional.

1.10.2 Dirección de Inversiones

La Dirección de Inversiones es una unidad especializada encargada de la ejecución de los procesos de inversión, con sujeción a las decisiones de la Comisión Técnica de Inversiones.

Mantendrá independencia de las demás Direcciones y observará una línea de reporte a la Dirección General en los temas administrativos y a la Comisión Técnica de Inversiones en los asuntos técnicos.

El titular de la Dirección de Inversiones será designado por el Director General del IESS y estará sujeto a la calificación de idoneidad por parte de la Superintendencia de Bancos y Seguros en los mismos términos que establece la normativa para las posiciones de Director Nacional de Riesgos y Director Económico Financiero.

1.10.3 Responsabilidades de la Dirección de Inversiones

La Dirección de Inversiones tendrá a su cargo las siguientes responsabilidades:

- a) El estudio y recomendación, para conocimiento de la Comisión Técnica de Inversiones, de los planes, proyectos, normas, procedimientos y metodología sobre las inversiones financieras e inmobiliarias, las operaciones de crédito quirografario, hipotecario y prendario del IESS, y las operaciones del Fondo de Reserva y del Fondo de Seguro de Cesantía, administrados por el Instituto;
- b) La ejecución oportuna y transparente de las operaciones de inversión financiera, crediticia, prendaria, inmobiliaria y accionaria de los recursos del IESS, con sujeción a las decisiones de la Comisión Técnica de Inversiones;
- c) La organización y administración del sistema estadístico requerido para el análisis, evaluación y decisión de las inversiones; y, la preparación y presentación de los informes respectivos, de conformidad con los plazos y frecuencias, establecidos por las autoridades del IESS y los organismos de control;
- d) La organización y supervisión de los procesos de crédito a los asegurados, hipotecario y quirografario, con sujeción a las decisiones de la Comisión Técnica de Inversiones, así como de la administración de los recursos del Fondo de Reserva y del Fondo del Seguro de Cesantía, general y adicionales, de los afiliados;
- e) La proposición ante el Consejo Directivo del IESS, a través de la Dirección General, de las políticas para la administración eficiente y transparente de los servicios de Montes de Piedad y la organización y supervisión de los procesos de préstamos prendarios que ejecuten los mismos;
- f) Los estudios e informes que señale la Comisión Técnica de Inversiones, respecto de los mercados financiero e inmobiliario y de los productos y alternativas de inversión de los excedentes de tesorería, de los recursos del seguro de desgravamen hipotecario, del Fondo de Reserva y del Fondo del Seguro de Cesantía;

- g) La ejecución de las decisiones de la Comisión Técnica de Inversiones, en las mejores condiciones de seguridad y oportunidad, así como la inversión de los excedentes temporales de caja;
- h) La presentación de proyectos de inversión financiera de corto y mediano plazo en función de los requerimientos operativos del IESS, para su autorización por parte de la Comisión Técnica de Inversiones;
- i) La ejecución del Presupuesto de Capital del IESS y la administración del portafolio de inversiones del Instituto, con sujeción a las decisiones de la Comisión Técnica de Inversiones;
- j) El estudio de factibilidad y recomendaciones de inversiones ante la Comisión Técnica de Inversiones, respecto de las empresas o sociedades en las cuales el IESS tuviere participación financiera o accionaria; e igualmente, evaluará los resultados económico financieros de las mencionadas empresas;
- k) La preparación y entrega de los estudios e informes que solicite la Dirección Actuarial, respecto de la capitalización, utilización, retiro y devolución del Fondo de Reserva de los afiliados al IESS;
- l) El control de las asignaciones presupuestarias entregadas para las operaciones de créditos prendarios; de sus recuperaciones y su rentabilidad;
- m) La observancia de las normas, regulaciones y decisiones sobre las inversiones del Instituto, y la exigencia de su cumplimiento a los funcionarios y servidores responsables de estos procesos;
- n) El desempeño de la secretaría ejecutiva de la Comisión Técnica de Inversiones, por parte del Titular o encargado de esta Dirección;
- o) La ejecución de las inversiones del Seguro de Desgravamen Hipotecario, del Seguro de Saldos de Préstamos Quirografarios y del Ahorro de Menores;
- p) La aprobación de los informes de resultados y de rendición de cuentas, presentados por los Titulares o encargados de las dependencias a su cargo; y,
- q) Las demás que, por la naturaleza de sus procesos, le asigne la Comisión Técnica de Inversiones.

1.11 El Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social



Figura 2: Logo del Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

La Constitución de la República del Ecuador en su artículo 372, establece la creación de una entidad financiera de propiedad del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social; entidad que será responsable de canalizar las inversiones y administrar los fondos previsionales públicos, inversiones privativas y no privativas; y, que su gestión se sujetará a los principios de seguridad, solvencia, eficiencia, rentabilidad y al control del órgano competente.

Es por esta razón que, en el Suplemento de Registro Oficial No. 587, de 11 de mayo de 2009 se aprobó la creación del Banco del Instituto de Seguridad Social BIESS. Esta es una institución pública con autonomía administrativa, técnica y financiera, con finalidad social y de servicio público y domicilio principal en la ciudad de Quito, Distrito Metropolitano.

La creación de esta Entidad se debe a que era menester canalizar el ahorro nacional de los asegurados hacia el desarrollo productivo, a fin de potenciar el dinamismo económico del país, ante la escasa profundización del Mercado de Valores Nacional, por lo que resultaba indispensable contar con una entidad que apoye, a través de inversiones estructuradas, proyectos de inversión en los sectores productivos.

El objetivo principal del BIESS es convertirse en la Institución Financiera más grande del país que apoye equitativamente proyectos de inversión en

los sectores productivos y estratégicos de la economía ecuatoriana con el fin de fomentar la generación de empleo y valor agregado.

Acorde a la Ley del BIESS, sus funciones más preponderantes serán, entre otras, brindar los distintos servicios financieros como créditos hipotecarios, prendarios y quirografarios, así como también, operaciones de redescuento de cartera hipotecaria de instituciones financieras y otros servicios financieros a favor de los afiliados y jubilados del IESS, mediante operaciones directas o a través del sistema financiero nacional.

Otras funciones del Banco son las inversiones, que se encaminarán a través de los instrumentos que ofrece el mercado de valores para el financiamiento a largo plazo de proyectos públicos y privados, productivos y de infraestructura que generen rentabilidad financiera, valor agregado y nuevas fuentes de empleo, así como también inversiones en títulos de renta fija o variable a través de del mercado primario y secundario.

Mediante Decreto Ejecutivo No. 274 de 31 de marzo de 2014, el Presidente de la República, Rafael Correa nombró al Eco. Víctor Hugo Villacrés, Representante Principal de la Función Ejecutiva en el Consejo Directivo del IESS, y por ende Presidente del Directorio de esta entidad pública.

El 14 de octubre de 2014, se posesionaron ante la Asamblea Nacional la Econ. Gabriela Robalino como directora representante de los afiliados; el Econ Luis Efraín Cazar, director representante de los jubilados; el Econ. Terry Christiansen Zevallos, director de los afiliados suplente y el Magister. Joaquín Chanabá, director de los jubilados suplente. El Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social abrió sus puertas a los afiliados y jubilados el 18 de octubre de 2010. (www.biess.fin.ec, 2014)

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS BÁSICOS

El segundo capítulo tiene como objetivo revisar los conceptos básicos sobre las redes de comunicación, lo cual permitirá comprender la solución que representa la tecnología MPLS ante las necesidades que han generado las redes debido a su utilización en las distintas aplicaciones y actividades diarias de las personas.

En el año 1982 aparecen los computadores personales, siendo en la actualidad una herramienta imprescindible en todas las actividades que el ser humano desarrolla no solamente en su trabajo, si no, incluso en sus relaciones sociales.

Esta difusión de los computadores y dispositivos electrónicos ha impuesto la necesidad de compartir información, programas, recursos, acceder a otros sistemas informáticos dentro de la empresa y conectarse con bases de datos situadas físicamente en otros ordenadores o dispositivos electrónicos en varios lugares remotos.

Una adecuada interconexión entre los usuarios y procesos de una empresa u organización, puede constituir una clara ventaja competitiva. La reducción de costes de periféricos, o la facilidad para compartir y transmitir información son los puntos claves en que se apoya la creciente utilización de redes.

En la actualidad, nos damos cuenta que nos encontramos incluidos en una red social, la cual se desarrolla constantemente, es la manera más clara de ver cómo es que nuestras vidas giran en un entorno basado en las redes.

2. Redes

2.1 Red de comunicación

Las redes o infraestructuras de telecomunicaciones proporcionan la capacidad y los elementos necesarios para mantener a distancia un intercambio de información y/o una comunicación, ya sea ésta en forma de voz, datos, vídeo o una mezcla de los anteriores.

Los elementos necesarios comprenden disponer de acceso a la red de comunicaciones, el transporte de la información, los medios y procedimientos, conmutación, señalización, y protocolos para poner en contacto a los extremos (abonados, usuarios, terminales) que desean intercambiar información.

Las Redes de Comunicaciones pueden ser clasificadas en dos grandes categorías, redes de conmutación (Switched Communication Networks) y redes de difusión (Broadcast Communication Networks), en la Figura 3 se muestra a su vez la clasificación de las redes de conmutación.

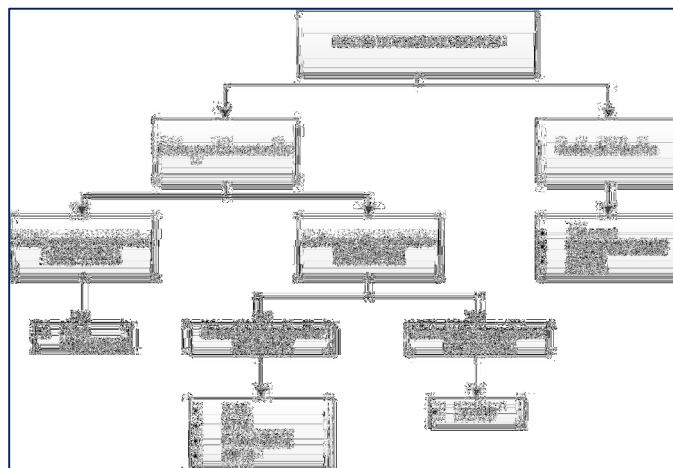


Figura 3: Redes de comunicación

2.2 Redes de datos

Se denomina red de datos a aquellas infraestructuras o redes de comunicación que se ha diseñado específicamente a la transmisión de información mediante el intercambio de datos.

Las redes de datos se diseñan y construyen en arquitecturas que pretenden servir a sus objetivos de uso. Las redes de datos, generalmente, están basadas en la conmutación de paquetes y se clasifican de acuerdo a su tamaño, la distancia que cubre y su arquitectura física. (http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones, 2014)

2.2.1 Clases de redes de datos

- a) **Red de Área Local (LAN)**: Las redes de área local suelen ser una red limitada la conexión de equipos dentro de un único edificio, oficina o campus, la mayoría son de propiedad privada.
- b) **Red de Área Metropolitana (MAN)**: Las redes de área metropolitanas están diseñadas para la conexión de equipos a lo largo de una ciudad entera. Una red MAN puede ser una única red que interconecte varias redes de área local LAN's resultando en una red mayor. Por ello, una MAN puede ser propiedad exclusivamente de una misma compañía privada, o puede ser una red de servicio público que conecte redes públicas y privadas.
- c) **Red de Área Extensa (WAN)**: Las Redes de área extensa son aquellas que proporcionen un medio de transmisión a lo largo de grandes extensiones geográficas (regional, nacional e incluso internacional). Una red WAN generalmente utiliza redes de servicio público y redes privadas y que pueden extenderse alrededor del globo.

2.3 Conceptos básicos

2.3.1 Paquetes y tramas

Cuando se envía información desde un ordenador a otro equipo, este se transmite a través de la red como una serie de paquetes; un paquete consiste en un conjunto de bits que forman un solo bloque de datos, y que contiene una cabecera formado por información de control como es el emisor, el receptor, y datos de control de errores, además del mismo mensaje.

Debido a que son unidades de datos de red similares, los términos paquete y trama son utilizados indistintamente. Los computadores y otro equipo de la red utilizan esta información para ayudar al paquete a llegar a su destino. (http://www.redes.upv.es/oir/trasp/T1_4p_CAS.pdf, 2014)

2.3.2 Protocolos

Los protocolos son un conjunto de reglas que gobiernan el intercambio de datos entre dos entidades”, permiten que los ordenadores usen métodos comunes para intercambiar bits y bytes, es decir: los paquetes. Se podría decir que los protocolos cumplen las mismas funciones que los idiomas para los humanos.

Los servicios principales que brindan los protocolos son:

- Control del flujo: como se coordina el intercambio de información entre el sistema origen y el sistema destino. (Sincronización del sistema origen con el sistema destino)
- Resolución de los posibles problemas debidos a errores de transmisión.
- Direccionamiento: como se identifica cada nodo en un red.
- Encaminamiento: como se dirige hacia el destino la información desde el nodo fuente.

2.3.3 Modelo OSI

El modelo de referencia OSI (sigla inglesa de “interconexión de sistemas abiertos”) es una abstracción propuesta por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), con el objetivo de normalizar internacionalmente los protocolos que se usan para comunicar distintos equipos en las redes de comunicación. Se habla de sistemas abiertos porque el modelo OSI no se concibe para equipos aislados sino para equipos que pueden comunicarse con otros. (<http://wikitel.info/wiki/OSI>, 2014)

El Modelo OSI está formado por siete capas o niveles bien diferenciados, cada nivel se comunica con la capa superior e inferior de la misma pila a través de interfaces, y también, mediante protocolos específicos, con capas análogas de otras pilas.

La siguiente figura presenta las pilas de protocolos que comunicarían las diferentes capas de dos máquinas en el modelo de referencia OSI, se puede observar que los niveles más bajos son los más próximos al equipo físico hardware, mientras que las capas superiores, que manejan protocolos de más alto nivel, son las más cercanas al usuario.

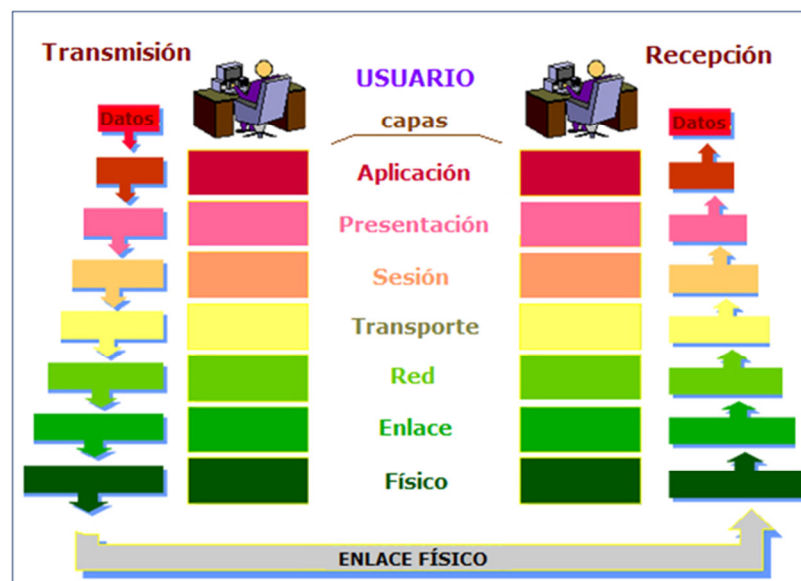


Figura 4: Modelo OSI

Para este estudio es importante conocer la función de la capa de Red del Modelo OSI, la cual controla el funcionamiento de la subred, decidiendo qué ruta de acceso física deberían tomar los datos en función de las condiciones de la red, la prioridad de servicio y otros factores proporcionan:

- a) **Enrutamiento:** encamina tramas entre redes.
- b) **Control de tráfico de subred:** los enrutadores (sistemas intermedios de capa de red) pueden indicar a una estación emisora que "reduzca" su transmisión de tramas cuando el búfer del enrutador se llene.
- c) **Fragmentación de trama:** si determina que el tamaño de la unidad de transmisión máxima (MTU) que sigue en el enrutador es inferior al tamaño de la trama, un enrutador puede fragmentar una trama para la transmisión y volver a ensamblarla en la estación de destino.
- d) **Asignación de direcciones lógico-físicas:** traduce direcciones lógicas, o nombres, en direcciones físicas.
- e) **Cuentas de uso de subred:** dispone de funciones de contabilidad para realizar un seguimiento de las tramas reenviadas por sistemas intermedios de subred con el fin de producir información de facturación.

2.3.4 Envió (Forwarding)

El proceso de Forwarding o envío de paquetes opera en la capa 3, se basa en la dirección de destino, por lo tanto cuando un paquete es recibido por un enrutador (router), éste determina cual es el próximo salto usando la dirección IP de destino del paquete, para lo cual realiza una consulta en su tabla de enrutamiento; este proceso es repetido en cada Enrutador hasta llegar a su destino. (Flores M. R.-G., 2006)

2.3.5 Ruteo (Routing)

Describe las acciones realizadas por los enrutadores para mover los paquetes a través de la red con base en la información proporcionada por los protocolos de enrutamiento; la función de ruteo está formada por dos actividades básicas: la determinación de la trayectoria optima de ruteo y el transporte de grupos de información (Paquetes) a través de una red. (Velásquez Rivera, 2010)

Los protocolos de ruteo permiten a cada máquina entender cuál es el siguiente salto que el paquete debe seguir hacia su destino, como son: OSPF, RIP, BGP, EGP, IGRP; los mismos que son usados por los enrutadores para construir las tablas de ruteo que emplean para tomar una decisión de envío, analizan la tabla para obtener la dirección IP destino contenida en el encabezado del paquete y así identificar el siguiente salto.

Las funciones básicas que cumple un enrutador son las siguientes: Desencapsulado capa 2, Encaminamiento, ICMP, Clasificación de paquetes (colas, permisos, otros), Conmutación capa 3, Control capa 2 (checksum) y Encapsulado capa 2. Estas funciones las encontramos en dos planos: Plano de Control y Plano de Datos (Reenvío).

2.3.6 Conmutación (Switching)

“Método usado para la transferencia de datos de un puerto de entrada hacia uno de salida en una máquina, en la cual la selección del puerto de salida se basa en información de tipo Capa 2”. (Velásquez Rivera, 2010)

2.3.7 Otras tecnologías

Antes de iniciar con los conceptos de MPLS es importante conocer las tecnologías que le precedieron y que sirvieron como base para la creación de este estándar.

La necesidad de contar con un mayor ancho de banda, junto con una mejor administración y gestión de la red, ha obligado a los proveedores de servicios de red desarrollar alternativas para mejorar la infraestructura de la red con el objetivo de lograr una mayor eficiencia en el transporte de información.

Los primeros esfuerzos trataban de integrar funciones de las capas 2 y 3 del modelo OSI con el fin de aumentar el rendimiento de los enrutadores tradicionales a la de un conmutador ATM.

De esta forma, surgieron dos nuevas tecnologías: Primero IP sobre ATM y luego Conmutación IP, las cuales brindaron una solución inicial a los problemas existentes en la red.

2.3.8 Ruteo IP Convencional

El protocolo IP (Internet Protocol) es un protocolo de capa de red no orientado a la conexión y no confiable. En una red IP convencional, los paquetes IP no se clasifican, no se marcan, y no pueden procesarse de manera diferente.

Los datos viajan desde un enrutador al siguiente y cada uno toma una decisión de reenvío independiente para cada paquete; todos los enrutadores tienen su propia tabla de ruteo construida estáticamente o mantenida por un algoritmo de ruteo dinámico de capa de red que se ejecuta en cada uno de ellos.

De esta manera, un enrutador IP independientemente selecciona el siguiente salto para el paquete, basándose en el análisis del encabezado del paquete y en la tabla de ruteo. Los paquetes fluyen por la red sin rutas predeterminadas.

(http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21310/Documento_completo.pdf?sequence=1, 2010)

2.3.9 ATM

El Modo de Transferencia Asíncrono (Asynchronous Transfer Mode - ATM) es una tecnología de conmutación que transfiere la información en paquetes de longitud fija llamadas “celdas”.

Cada celda es de 53 bytes, de los cuales los primeros 5 bytes son de encabezado y los 48 restantes contienen la “carga útil” (información del usuario o de control).

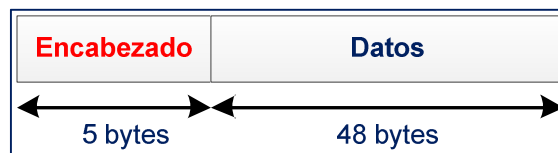


Figura 5: Celda ATM

ATM es una tecnología de conmutación y multiplexión basada en estándares. Utiliza celdas (paquetes) de longitud fija y circuitos virtuales (VC) para el transporte de datos, voz y video de manera rápida, permitiendo un comportamiento determinístico entre puntos finales en la red.

Hasta antes de ATM se usaban redes independientes para transportar voz, datos e imágenes de video debido a que necesitan un ancho de banda diferente. ATM es la única tecnología basada en estándar que ha sido diseñada desde el comienzo para soportar transmisiones simultáneas de datos, voz y video.

CAPÍTULO 3

CONCEPTOS MPLS

El tercer capítulo, tiene como objetivo presentar los conceptos, arquitectura, funcionamiento y aplicaciones de MPLS.

El Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas - MPLS (MultiProtocol Label Switching) es un estándar desarrollado por el IETF a partir del año 1997, para consensuar diferentes soluciones propietarias de conmutación multinivel, en lugar de realizar el ruteo en base a la dirección de destino.

Esta técnica de reenvío realiza el ruteo en base a una etiqueta que agrega a cada uno de los paquetes, es llamado multiprotocolo porque sus técnicas son aplicables a cualquier protocolo de capa de red.

3. MPLS Conceptos Básicos

“Conmutación Multiprotocolo por etiquetas (Multiprotocol Label Switching - MPLS) es un estándar del IETF” (<http://www.ietf.org/>, 2014) (Internet Engineering Task Force), que surgió para agrupar diferentes soluciones de conmutación multinivel, propuestas por distintos fabricantes a mediados de los años 90; buscando producir una alta calidad en el trabajo del Internet a través de un buen manejo de documentos técnicos, diseño, uso y administración de esta red.

MPLS se puede presentar desde diferentes perspectivas:

- Un sustituto de la conocida arquitectura IP sobre ATM.
- Como un protocolo para hacer túneles.
- Como una técnica para acelerar el enrutamiento de los paquetes.

MPLS es una tecnología flexible que permite nuevos servicios en redes IP y que hace más efectivo el enrutamiento.

Hoy en día la arquitectura de MPLS está obteniendo un notable éxito, por su capacidad de coexistir con cualquier protocolo de la red y, sobre todo por su compatibilidad con cualquier tecnología de la red subyacente.

MPLS está definido en el RFC 3031 del IETF, opera entre la capa de *Enlace de Datos* y la capa de *Red* del Modelo OSI; fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes.

3.1 Arquitectura MPLS- Componentes

3.1.1 LSR Enrutadores de Conmutación de Etiquetas (Label Switching Router)

Es un enrutador de alta velocidad que dentro del núcleo de una red MPLS, el cual participa en el establecimiento de las etiquetas LSP (Label Switched Path - Camino de Conmutación de Etiquetas), usando el protocolo de señalización apropiado y conmuta rápidamente el tráfico de datos entre los caminos establecidos.

La Figura 6 ilustra estos componentes dentro de un Dominio MPLS:

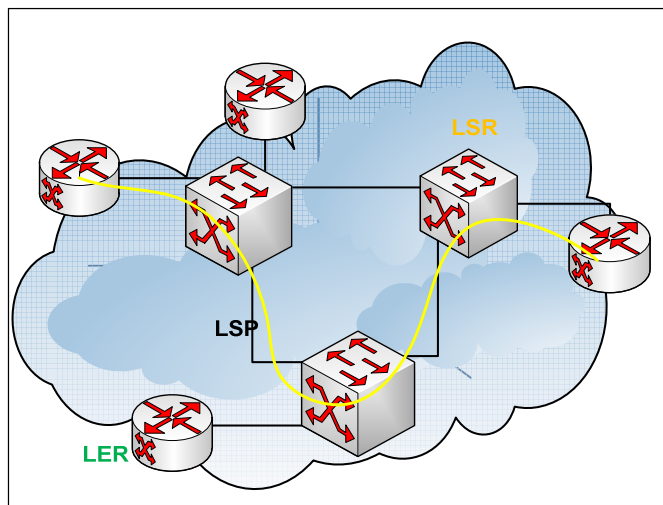


Figura 6: Núcleo MPLS

Para que los LSPs se puedan usar, cada LSR debe contener en sus tablas de envío la siguiente información:

- Interfaz de entrada
- Etiqueta asociada e Interfaz de salida
- Etiqueta asociada

A este proceso se le conoce como distribución de etiquetas. En la figura 7, se ilustra la arquitectura de un LSR y un LER.

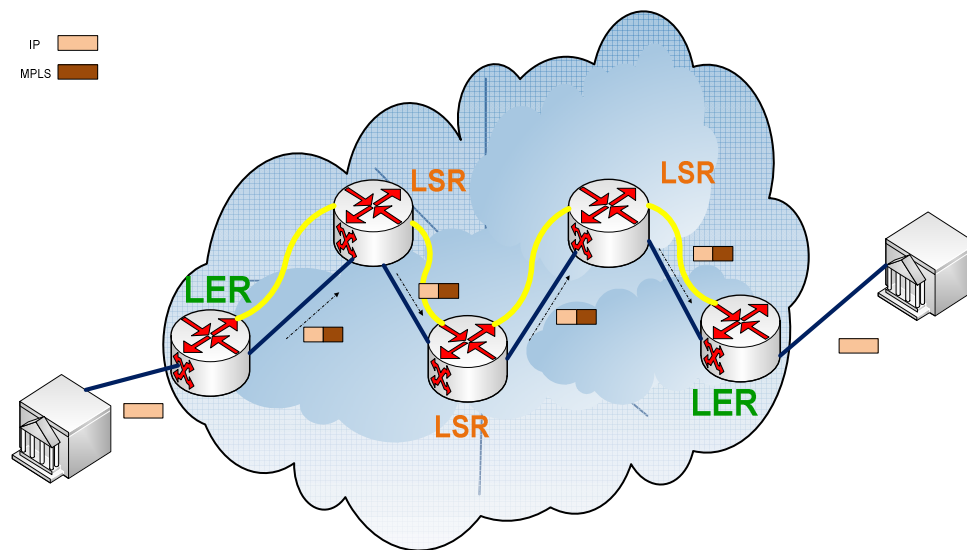


Figura 7: LER-LSR

3.1.2 LER-Enrutador de Etiquetas Fronteras (Label Edge Router)

Un **LER** es un enrutador en la frontera de una red de acceso hacia una red MPLS, soporta múltiples puertos conectados a diferentes redes como Frame Relay, ATM y Ethernet.

Tiene dos funciones principales, en el ingreso establece un LSP para el tráfico en uso y lo envía hacia la red MPLS usando el protocolo de señalización de etiquetas y en la salida, distribuye nuevamente el tráfico hacia la red de acceso que corresponda; es por esto que juega un papel importante en la asignación y remoción de etiquetas aplicada al tráfico que entra y sale de una red MPLS.

3.1.3 FEC-Clase Equivalente de Envío (Forwarding Equivalence Class)

FEC no es más que el prefijo de destino, es una agrupación de paquetes que comparten los mismos atributos y/o requieren el mismo servicio para su transporte, aun cuando el destino de cada paquete sea diferente, se caracteriza porque los paquetes reciben el mismo tratamiento en el camino hacia el destino.

A diferencia del tradicional envío de paquetes en IP, en MPLS la asignación de un paquete a una FEC en particular se hace una sola vez, en el momento que el paquete entra a la red, la FEC a la que es asignado dicho paquete es codificada como un valor fijo llamado etiqueta, que están asociadas a una FEC por medio de un proceso de unión.

La definición de una FEC se basa en los requerimientos de servicio que tenga un conjunto de paquetes dado o simplemente, por el prefijo de una dirección IP.

Cada LSR elabora una tabla con uniones FEC/Etiqueta llamada base de información de etiquetas (LIB), donde se especifica el paquete que debe ser enviado. (Velásquez Rivera, 2010)

La figura 8 muestra como las FECs representan a paquetes que pueden estar destinados a diferentes prefijos IP, pero pueden pasar a través de una misma LSP, como es el caso de FEC1 y FEC2.

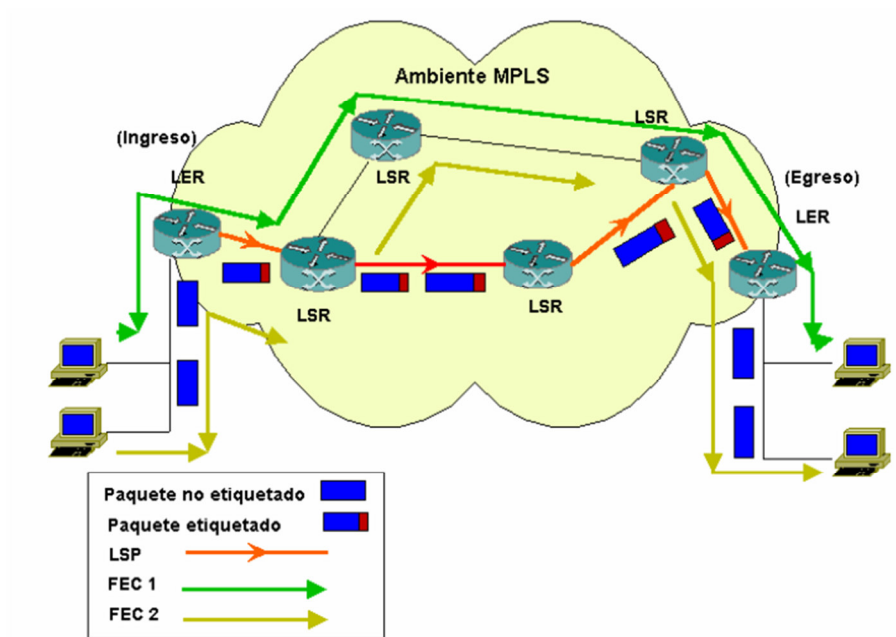


Figura 8: Componentes de una Red MPLS

3.1.4 LSP - Camino de Paquete de Datos (Label Switching Path)

LSP es el camino de un paquete de datos desde la fuente al destino a lo largo de una red MPLS, es por naturaleza unidireccional generado usualmente gracias a la información de enrutamiento de un IGP (Internal Gateway Protocol). (Flores M. R.-G., 2006)

Una LSP define las trayectorias de ingreso y egreso a través de uno o más LSRs en un nivel de jerarquía que siguen todos los paquetes asignados a un FEC específico.

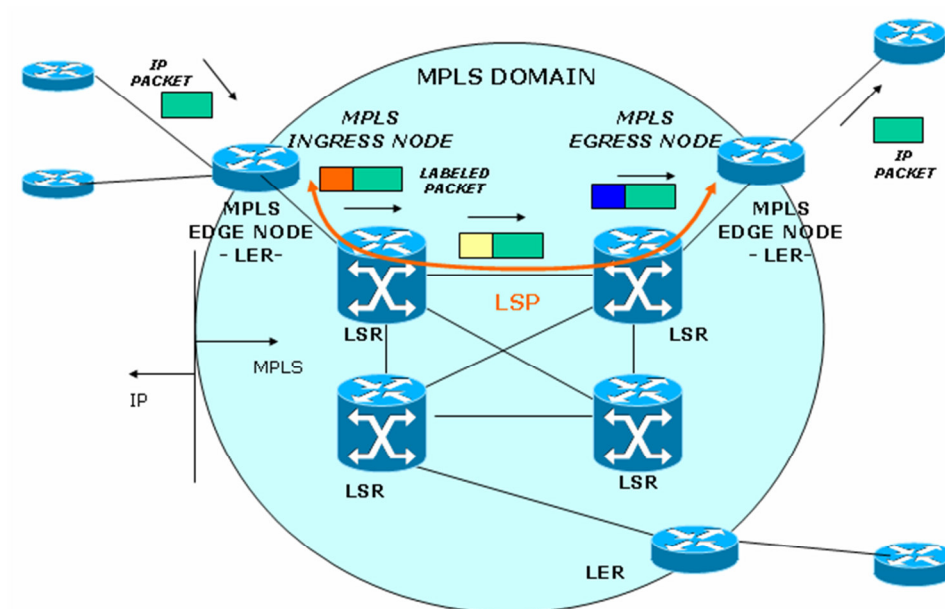


Figura 9: Ejemplo LSP

Pueden ser diseñadas para minimizar el número de saltos, tener ciertos anchos de banda, soportar requerimientos precisos de ejecución, desviar la transferencia de datos de puntos potenciales de congestión, alejar el tráfico de la trayectoria o simplemente para forzar el tráfico sobre ciertos enlaces o nodos de la red. (Velásquez Rivera, 2010).

3.1.5 Upstream y Downstream

Tanto el concepto de downstream como upstream son definidos como referencia al prefijo o FEC (Forwarding Equivalence Class), de la red de destino. La dirección de flujo planificado para los datos se denomina downstream, mientras que la dirección en la cual se transmite la información de los protocolos de enrutamiento o de distribución de etiquetas sigue un flujo en sentido contrario a los datos, es decir upstream.

3.1.6 Etiquetas

Es un identificador corto, de longitud fija y con significado local en cada interfaz empleada para identificar un FEC y el trayecto que el paquete debe cruzar. Se dice que tiene un significado local porque la misma etiqueta puede señalar diferentes caminos o FECs en diferentes enrutadores. (Velásquez Rivera, 2010)

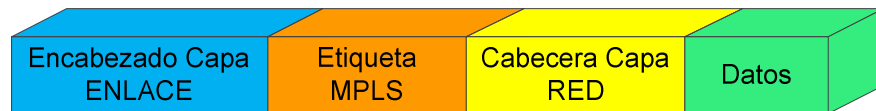


Figura 10: Encapsulado de la etiqueta MPLS Genérica

La figura 11 muestra el formato genérico de un encabezado MPLS y cada uno de sus campos.

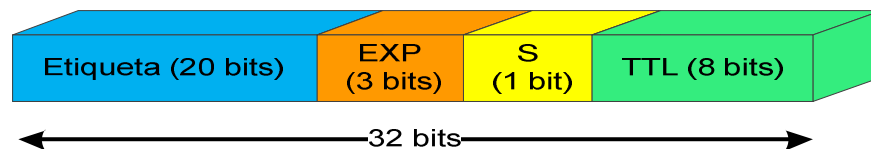


Figura 11: Etiqueta MPLA Genérica

El encabezado está formado por 32 bits dividido en los siguientes campos:

- **Label (20 bits):** Es el valor actual, con sentido únicamente local, de la etiqueta MPLS. Esta etiqueta es la que determinará el próximo salto del paquete.
- **Exp (3 bits):** Este campo llamado Experimental indica el QoS del paquete y es posible diferenciar distintos tipos de tráfico y mejorar el rendimiento de un tipo de tráfico respecto a otros.
- **Stack (1 bit):** Mediante este bit se soporta una pila de etiquetas jerárquicas, es decir, indica si existen más etiquetas MPLS. Este bit está en uno cuando es la última entrada de la pila y cero en cualquier otro caso.

Las cabeceras MPLS se comportan como si estuvieran apiladas una sobre otra, de modo que el nodo MPLS tratará siempre la que esté más alto en la pila.

- **TTL (8 bits):** Este campo es copiado directamente de la cabecera IP y proporciona la funcionalidad de tiempo de vida del paquete o TTL (Time To Live) típica de IP.

3.1.7 Tablas de enrutamiento

El principio de una red MPLS es el enrutamiento en base a etiquetas, esta etiqueta es añadida entre la información de nivel 2 y nivel 3 en el interfaz de entrada a la red por el ruteador al que se encuentra conectado el cliente.

La decisión de que etiquetas asignar y como direccionar los paquetes se hace por medio de una comparación en las tablas de enrutamiento.

En la figura 12 que se muestra a continuación, se muestran tres conmutadores, el conmutador de la izquierda es un LER de ingreso, el cual solo tiene una interfaz la “1”.

Como es un LER de ingreso, este debe tener la capacidad de deducir a partir de la Capa 2 y Capa 3, la dirección destino. Se puede ver en su tabla de enrutamiento que si se tiene que asignar a la FEC “a”, se le agrega al paquete una etiqueta de salida “4”, mientras que si se tiene que asignar a la FEC “b” la etiqueta de salida es “5”.

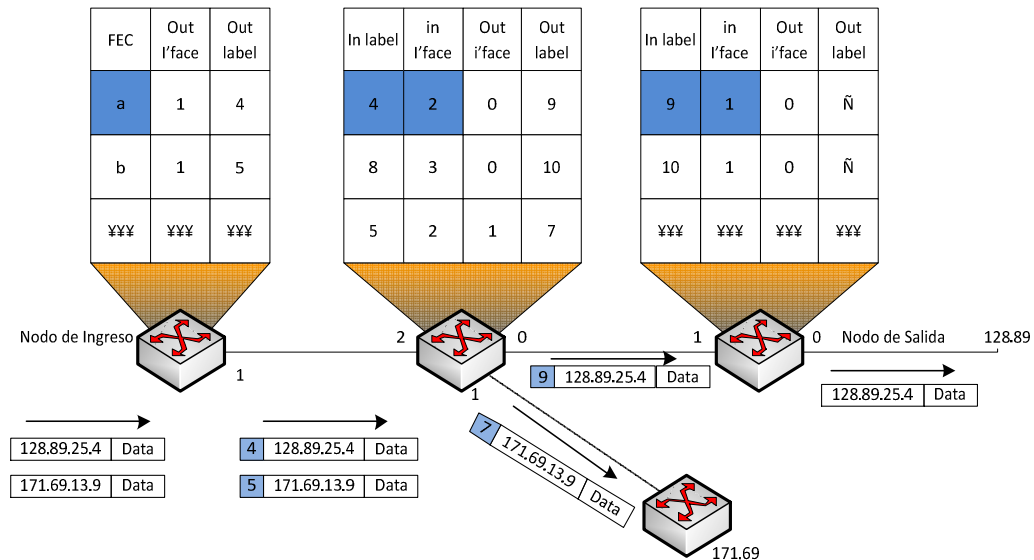


Figura 12: Tablas de Enrutamiento

El siguiente conmutador tiene una interfaz de entrada la “2” y dos de salida la “0” y la “1”; en su tabla de enrutamiento se puede observar tres renglones que nos dicen lo siguiente:

- Si tiene etiqueta de entrada “4” y entra por la interfaz “2”, el paquete debe salir por la interfaz “0” con una etiqueta “9”.
- Si tiene etiqueta de entrada “8” y entra por la interfaz “3”, el paquete debe salir por la interfaz “0” con una etiqueta “10”.
- Si tiene etiqueta de entrada “5” y entra por la interfaz “2”, el paquete debe salir por la interfaz “1” con una etiqueta “7”.

Ahora se observan los dos paquetes que ha mandado el primer conmutador que van a llegar por la interfaz “2”, uno con la etiqueta “4” y otro con la etiqueta “5”.

El segundo conmutador recibe los paquetes y luego debe extraer la etiqueta del paquete para después revisar su tabla de enrutamiento y decidir qué es lo que debe hacer.

Después de analizar los paquetes, les cambia las etiquetas por la que les corresponde y los despacha por la interfaz que indica la tabla de enrutamiento.

El conmutador en la parte superior derecha de la figura es un LER de salida, el cual manda el paquete a otro tipo de red, por lo cual su función básica es decidir por cual interfaz sale el paquete y quitarle todas las etiquetas que pueda tener el paquete ya que estas no pueden ser analizadas fuera de una red MPLS.

El conmutador en la parte inferior izquierda es un conmutador destino, por lo cual sólo recibe el paquete y analiza la información recibida. (Sánchez, 2014,)

3.1.8 Protocolos en MPLS

Para poder utilizar un LSP en un dominio MPLS se requiere que todos los LSR involucrados en el camino sepan que etiquetas utilizar en cada interfaz, y para esto se requiere que las tablas de forwarding de los LSR tengan la información relativa a las interfaces y etiquetas implicadas para cada LSP.

Los protocolos en MPLS son los responsables de llenar las tablas de conmutación de etiquetas, mapeando etiquetas de ingreso con etiquetas de egreso también conocido como LSP Set-Up, lo cual consiste en procedimientos para que dos LSRs compartan información de capacidades MPLS e intercambien información de mapeo de etiquetas.

3.1.9 Protocolo LDP – Protocolo de Distribución de Etiquetas

El LDP es un protocolo creado específicamente para la distribución de información concerniente a uniones FEC/Etiqueta dentro de una red MPLS, es

además, una opción recomendada aunque no obligatoria por el IETF; es usado para mapear FECs a etiquetas, lo cual, consecuentemente creara LSPs.

Las sesiones LDP son establecidas entre LPD pares en la red MPLS (no necesariamente adyacentes).

Existen cuatro categorías de mensajes LDP:

- *Discovery Message* (Mensajes de Descubrimiento), anuncian y mantienen una presencia LSR's en la red.
- *Session Messages* (Mensajes de Sesión), establecimiento, mantenimiento y remover las sesiones entre LSRs.
- *Advertisement Messages* (Mensajes de Advertencia), anuncian la correspondencia de etiquetass al FECs, este grupo es utilizado para crear, modificar y borrar las asignaciones de etiquetas a los FEC.
- *Notification Messages* (Mensajes de Notificación), este grupo de mensajes es usado para transportar información correspondiente a señales de error y proporcionan información de aviso. Todos los mensajes LDP siguen el tipo, longitud, formato de valor (TVL).

3.1.10 Descripción Funcional MPLS

La puesta en práctica de MPLS para el envío de datos involucra los siguientes cuatro pasos:

1. La asignación de etiquetas MPLS (por LSR).
2. Establecimiento de una sesión LDP (Protocolo de Distribución de Etiquetas) o TDP de MPLS (entre LSRs/E-LSRs).
3. Distribución de etiquetas MPLS (usando un protocolo de distribución de etiquetas).
4. Retención de etiquetas MPLS.

Una operación MPLS típica involucra LSR's (Enrutadores de Conmutación de Etiquetas) adyacentes formando una sesión LDP, asignando etiquetas locales a prefijos de destino y cambiando estas etiquetas durante las sesiones LDP establecidas.

3.1.11 Asignación de Etiquetas MPLS

Los protocolos de enrutamiento IP indican que tan accesible es una red *destino* y son los encargados de generar secuencias de saltos para los paquetes dentro de una red.

El mismo proceso tiene que ser implementado para routers o dispositivos que son parte del dominio MPLS, es decir, la red automáticamente establece valores de etiqueta entre dispositivos adyacentes.

Esta operación crea LSR's (Enrutadores de Conmutación de Etiquetas), mapas pre configurados entre puntos finales de destino. El protocolo de distribución de etiquetas (LDP) asigna y cambia etiquetas entre LSR's adyacentes en un dominio MPLS, luego del establecimiento de la sesión.

3.1.12 Establecimiento de Sesión LDP (Protocolo de Distribución de Etiquetas)

Luego de la asignación de etiquetas en un router, estas etiquetas son distribuidas entre LSR's directamente conectados, siempre y cuando las interfaces entre ellos estén activadas para el envío MPLS; esto se realiza usando el *Protocolo de Distribución de Etiquetas (LDP)*.

3.1.13 Distribución de Etiquetas MPLS

En cuanto al proceso de Distribución de Etiquetas, se plantean dos conceptos que indican la dirección en que éste ocurre:

- Upstream (Río Arriba)
- Downstream (Río Abajo)

Como lo ilustra la figura 13, se tiene dos LSRs, S1 y S2:

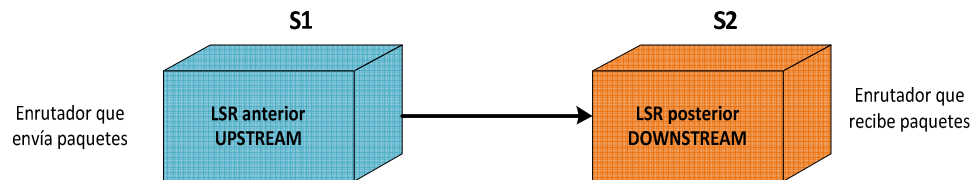


Figura 13: LSR Upstream y Downstream

3.1.14 Control de Distribución de Etiquetas

MPLS define dos modos de control para distribución de etiquetas entre dos LSR adyacentes:

- **Control Independiente:** En este modo, un LSR reconoce una FEC en particular y toma la decisión de unir una etiqueta a la FEC independientemente de distribuir la unión a sus LSR pares.
- **Control Ordenado:** En este modo, un LSR une una etiqueta a una FEC dada si y solo si se trata de un LER, es decir, que el LER es responsable de la distribución de etiquetas.

3.1.15 Esquema de Distribución de Etiquetas

En la arquitectura MPLS, la decisión de unir una etiqueta a una FEC en particular se realiza por el LSR que es downstream con respecto a dicha unión, entonces, el LSR downstream informa al LSR upstream de la unión; por tanto, las etiquetas son asignadas en tendencia downstream y las uniones de etiquetas son distribuidas en dirección downstream o upstream.

Esta distribución de etiquetas se da en dos posibles esquemas o escenarios:

- **Unsolicited No Solicitada (*downstream*):** Permite que un LSR downstream asigne una etiqueta sin que haya recibido una solicitud explícita (Figura 14).



Figura 14: Unsolicited Downstream

- **Downstream Solicitada (*on demand*):** El LSR upstream hace una petición explícita de una etiqueta para un determinado FEC, al downstream que es el siguiente salto del camino (Figura 15).



Figura 15: Downstream on Demand

La figura 16 que se muestra a continuación muestra los dos modos de distribución de etiquetas entre R1 (Edge LSR) y R2 (LSR); en el proceso de distribución *Downstream On Demand*, LSR R2 solicita una etiqueta para el destino 172.16.10.0, R1 responde con la asignación de una etiqueta (17) para 172.16.10.0.

En el proceso de distribución *Unsolicited Downstream*, R1 no espera una solicitud para el prefijo 172.16.10.0 y envía la información de la etiqueta correspondiente a su router upstream R2.

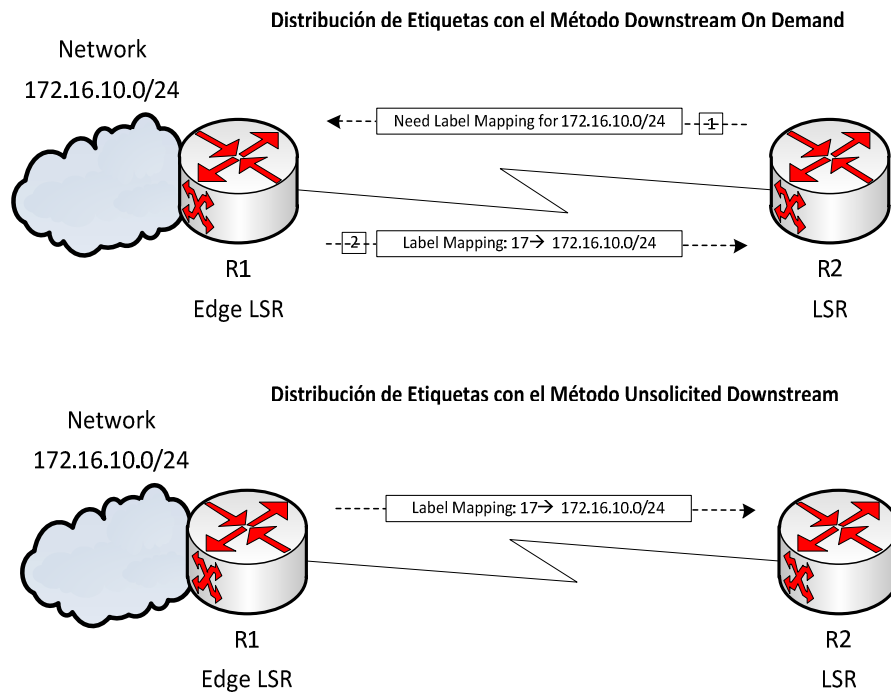


Figura 16: Unsolicited Downstream Versus Downstream on Demand

3.1.16 Retenciones y Etiquetas

La arquitectura MPLS define el tratamiento para uniones FEC/Etiquetas en LSRs que no son el siguiente salto de una FEC en particular; se definen dos modos:

- a) **Modo Conservador de Retención (*Conservative Label Retention Mode*):** El LSR monitoriza la asignación y conoce cuando deja de estar activa y al dejar de ser activa puede descartar esta asignación.

Tiene la ventaja de que solo permanecen asignadas aquellas etiquetas que realmente están en uso; su desventaja, es que si vuelve a establecer la relación entre FEC y etiqueta es necesario repetir el procedimiento de asignación.

- b) **Modo Liberal de Conservación (*Liberal Label Retention Mode*):** Una vez que el LSR ha recibido una asignación, la mantiene indefinidamente.

Su ventaja es que si se desea volver a establecer la relación entre FEC y etiqueta no es necesario repetir el proceso de asignación; la desventaja es el alto consumo de etiquetas.

3.1.17 Etiquetas Especiales de Salida

Los LSRs llevan a cabo la operación de adherir, remover e intercambiar etiquetas dependiendo de su ubicación sobre su dominio local MPLS. A un paquete de datos se le puede asociar un conjunto de etiquetas especiales las cuales pueden ser:

- **Untagged:** En una transición de un dominio MPLS a un dominio IP, el paquete MPLS es convertido a un paquete IP y enviado a su destino. Éste proceso es empleado en la implementación de MPLS VPN.
- **Implicit –null o POP Label:** Esta etiqueta es asignada cuando la etiqueta del tope superior de la pila es removida y el paquete resultante es enviado al próximo salto hacia el router vecino downstream. El valor de esta etiqueta es 3 (campo de etiqueta de 20 bits), esta etiqueta es usada en redes MPLS que implementan la preparación del penúltimo salto (penultimate hop popping).

- **Explicit –null o POP Label:** Esta etiqueta es asignada para preservar el valor EXP de la etiqueta tope de un paquete. La etiqueta del tope es cambiada con un valor de 0 y enviada hacia el próximo salto a su vecino downstream. Esta etiqueta es empleada para la implementación de Calidad de Servicio (QoS) con MPLS.
- **Aggregate:** En esta etiqueta, el paquete MPLS es convertido a un paquete IP (ello implica remover todas las etiquetas), y un proceso de consulta es llevado a cabo para identificar la interfaz de salida para el destino deseado. Este proceso se emplea para la implementación de MPLS VPN.

3.1.18 Ventajas de MPLS sobre otras tecnologías

La implementación del protocolo MPLS ofrece varios beneficios y soluciones a los problemas que se pueden presentar en una red, a continuación se describen algunas de estas ventajas:

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

3.1.19 Aplicaciones MPLS

Las principales aplicaciones que hoy en día tiene MPLS son:

- Ingeniería de tráfico
- Diferenciación de niveles de servicio mediante clases (CoS)
- Servicio de redes privadas virtuales (VPN)

A continuación se muestra las características de estas aplicaciones y las ventajas que MPLS supone para ello frente a otras soluciones tradicionales.

3.1.20 Ingeniería de Tráfico (Traffic Engineering - TE)

La Ingeniería de Tráfico permite mover parte del tráfico de datos, desde el camino más corto calculado por los protocolos de enrutamiento IGP (Interior Gateway Protocol – Protocolo de Salida Interior) a otros caminos menos congestionados o menos susceptibles a sufrir fallos.

Es decir, se refiere a un proceso de selección de caminos que seguirá el flujo de datos con el fin de balancear la carga de tráfico entre todos los enlaces, routers y switches en la red, de modo que ninguno de estos recursos se encuentre subutilizado o sobrecargado; en estos casos de congestión de algunos enlaces, el problema se resolvería añadiendo más capacidad a los enlaces.

3.1.21 Funcionamiento de la Ingeniería de Tráfico

Es necesario buscar formas que eviten la congestión en la red, se entiende por congestión en este contexto como la situación en la cual la diferencia entre la tasa de arribo de paquetes y la capacidad del enlace es de tal magnitud o dura un tiempo tal que los requerimientos de calidad de servicio del tráfico no pueden ser satisfechos.

La Ingeniería de Tráfico en una red MPLS, permite replicar y expandir sus capacidades en la Capa Dos (2) de una red ATM (Modo de Transferencia Asíncrona) o Frame Relay.

“La Ingeniería de tráfico MPLS ofrece un enfoque integrado, cuyas capacidades se integran en la Capa Tres (3), lo cual optimiza el enrutamiento de tráfico IP, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por la capacidad del backbone y la topología”. (Engineering, 2014)

El RFC 2702 “MPLS Traffic Engineering (TE)”, establece que la ingeniería de tráfico concierne a la optimización del rendimiento de una red e involucra diversas áreas:

- Mediciones de Tráfico
- Modelado de Tráfico y Redes
- Control del Tráfico en Internet
- Evaluación del Rendimiento

Entre los principales objetivos de la Ingeniería de tráfico MPLS se mencionan:

- Mover el tráfico del camino establecido por el IGP (Interior Gateway Protocol) a un camino menos congestionado.
- Utilizar el exceso de ancho de banda sobre los enlaces subutilizados.
- Maximizar la utilización de los enlaces y nodos de la red.
- Aumentar la confiabilidad del servicio.
- Alcanzar requerimientos impuestos. (MPLS, 2014)

La figura 17 muestra una comparación entre el camino más corto mediante el protocolo IGP vs. La Ingeniería de Tráfico:

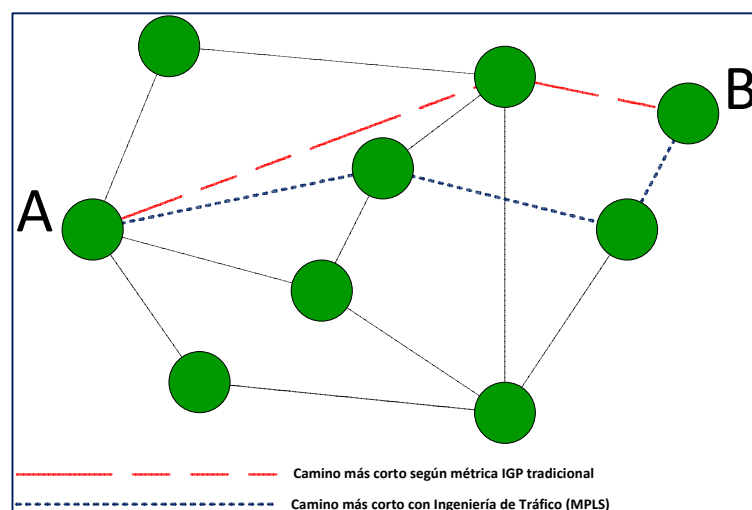


Figura 17: IGP vs. Ingeniería de Tráfico

El camino más corto entre A y B según la métrica normal IGP es el que tiene sólo dos saltos como se observa en la figura 3.12, pero puede que el exceso de tráfico sobre esos enlaces hagan recomendable la utilización del camino alternativo indicado con un salto más o inclusive más saltos.

MPLS es una herramienta efectiva para esta aplicación en grandes backbones, ya que permite obtener estadísticas de uso LSP, que se pueden utilizar en la planificación de la red y como herramientas de análisis de cuellos de botella y carga de los enlaces, lo que resulta bastante útil para planes de expansión futura.

3.1.22 Ventajas de la Ingeniería de Tráfico

La ventaja de la Ingeniería de Tráfico MPLS es que se puede hacer directamente sobre una red IP, al margen de que haya o no una infraestructura ATM por debajo, todo ello de la manera más flexible, con menores costos de planificación y gestión para el administrador y con mayor calidad de servicio para los clientes.

Las Capacidades de la Ingeniería de Tráfico en MPLS son:

- Permite Reservar Recursos (Ancho de Banda)
- Elige que enlaces usar
- Elige que enlaces excluir
- Elige que nodos usar
- Elige que nodos excluir
- Prioridades de los LSP

La Ingeniería de Tráfico, provee de capacidades para realizar:

- Mapear caminos primarios alrededor de conocidos cuellos de botella o puntos de congestión en la red.
- Lograr un uso más eficiente del ancho de banda agregado disponible, asegurando que subgrupos de la red no se vuelvan sobre utilizados, mientras

otros subgrupos de la red son inutilizados a lo largo de caminos potenciales alternativos.

- Maximizar la eficiencia operacional.
- Mejorar las características del rendimiento del tráfico orientado de la red, minimizando la pérdida de paquetes, periodos prolongados de congestión y maximizando el rendimiento.
- Mejorar las características estadísticas de los límites del rendimiento de la red (tasas de pérdidas, variación del retardo y retardo de la transferencia).
- Proveer de un control preciso sobre como el tráfico es re encaminado cuando el camino primario se enfrenta con una sola o múltiples fallas.

3.1.23 División de la Ingeniería de Tráfico

La Ingeniería de Tráfico se subdivide en dos ramas principalmente diferenciadas por sus objetivos:

- **Orientada a Tráfico:** Esta rama tiene como prioridad la mejora de los indicadores relativos al transporte de datos, como por ejemplo, minimizar la pérdida de paquetes, minimizar el retardo, obtener distintos niveles de acuerdo para brindar calidad de servicio, etc.
- **Orientada a Recursos:** Esta rama se plantea como objetivo, la optimización de la utilización de los recursos de la red, de manera que, no se saturen partes de la red mientras otras permanecen subutilizadas, tomando principalmente el ancho de banda como recurso a optimizar.

El objetivo global de las dos ramas es minimizar la congestión en la red.

3.1.24 Componentes de la Ingeniería de Tráfico

La Ingeniería de Tráfico tiene cuatro componentes que se pueden destacar:

a) Reenvío de Paquetes

Dentro del primer componente se tiene a MPLS, responsable de dirigir un flujo de paquetes IP a lo largo de un camino predeterminado a través de la red.

Esa es una de las principales diferencias entre MPLS e IP, ya que en IP en lugar de seguir los paquetes un camino ya preestablecido, lo hacen salto a salto.

b) Distribución de Información

Este componente consiste en requerir de un conocimiento detallado de la topología de la red, así como también información dinámica de la carga en la red, para su implementación se definen extensiones relativamente simples a los IGP, tal que los atributos de los enlaces son incluidos como parte de cada aviso de estado en enlace en cada router.

Cada router mantiene atributos de los enlaces de la red e información de la topología de la red en una base de datos de Ingeniería de Tráfico Especializada (TED).

La Ingeniería de Tráfico Especializada (TED), es usada exclusivamente para el cálculo de rutas explícitas para la ubicación de LSPs de manera que el cálculo subsiguiente de la Ingeniería de Tráfico sea independiente del IGP y de la base de datos del estado de enlace del IGP.

Mientras tanto, el IGP continúa su operación sin ninguna modificación, realizando el cálculo tradicional del camino más corto, basado en información contenida en la base de datos del estado de enlace en el router.

c) Selección de Camino

Luego que los atributos de los enlaces y la información de la topología han sido inundados por IGP y localizados en la Ingeniería de Tráfico Especializada (TED), cada router de ingreso utiliza la Ingeniería de Tráfico Especializada (TED) para calcular los caminos de su propio conjunto de LSPs a lo largo del dominio de ruteo.

El camino para cada LSP puede ser representado tanto por lo que denomina una ruta explícita estricta o sin trabas; el router de ingreso determina el camino físico para cada LSP aplicando por ejemplo un algoritmo de restricciones de camino más corto (CSPF, Constrained Shortest Path First) a la información en la Ingeniería de Tráfico Especializada (TED).

d) Señalización

Es la responsable de que el LSP sea establecido para que sea funcional mediante el intercambio de etiquetas entre los nodos de la red; la arquitectura MPLS no asume un único protocolo de distribución de etiquetas, de hecho se están estandarizando algunos existentes con las correspondientes extensiones como son RSVP (Protocolo de Reserva de Recursos) y LDP (Protocolo de Distribución de Etiquetas).

3.2 Calidad de Servicio – QoS (Quality of Service)

Calidad de Servicio, se define como la capacidad de un operador de servicios para soportar los requisitos de las aplicaciones de usuario con respecto a:

- Provisión de Ancho de Banda
- Latencia o Retardo
- Variación de Retardo (Jitter) y Pérdida de Datos

De esta forma se puede priorizar cierto tipo de tráfico sobre el resto.

La Calidad de Servicio, se usa para: minimizar los retardos para el tráfico de voz, priorizar el tráfico de clientes VIP's, permitir que en caso de congestión circule cierto tipo de tráfico y mantener siempre operativo el tráfico de gestión.

3.2.1 Modelos de Calidad de Servicio

Existen dos modelos de Calidad de Servicio:

- **Int-Serv:** Este modelo reserva recursos para cada sesión utilizando el protocolo RSVP (Protocolo de Reserva de Recursos), se usa poco ya que carga mucho las líneas con tráfico de gestión y mantenimiento.
- **Diff-Serv:** No usa ningún protocolo, trata de diferente forma el tráfico en función de la manera como venga marcado.

Las operaciones básicas de Diff-Serv son:

- **Clasificación:** se hace en función del marcado de cada paquete.
- **Marcado:** para tratar tráfico de manera diferenciada.
- **Rate Limiting:** limita la velocidad binaria de cierto tipo de tráfico, puede ser Policing (Descarta el tráfico que excede los límites) y Shaping (Encola el tráfico excedente).

MPLS se diseñó con el objetivo de proporcionar Calidad de Servicio (QoS), para lo cual se usa el campo EXP de la cabecera MPLS que inicialmente se dimensionó para soportar los tres (3) bits del estándar de IP precedente; en estas circunstancias aparentemente IP y MPLS tienen las mismas capacidades de Calidad de Servicio (QoS), pero ahora IP utiliza en estándar DSCP (Punto de Código de Servicios Diferenciados) que usa seis (6) bits.

3.2.2 Soporte de Clases de Servicio

MPLS está diseñado para poder cursar servicios diferenciados, según el Modelo DiffServ (Servicio Diferenciado) del IETF. Este modelo define una variedad de mecanismos para poder clasificar el tráfico en un reducido número de clases de servicio, con diferentes prioridades.

Según los requisitos de los usuarios, DiffServ permite diferenciar servicios tradicionales tales como el WWW, el correo electrónico o la transferencia de ficheros (para los que el retardo no es crítico), de otras aplicaciones mucho más dependientes del retardo y de la variación del mismo, como son las de video y voz interactiva. MPLS se adapta perfectamente a ese modelo, ya que las etiquetas MPLS tienen el campo EXP para poder propagar la clase de servicio CoS en el correspondiente LSP. De este modo, una red MPLS puede transportar distintas clases de tráfico, ya que:

- El tráfico que fluye a través de un determinado LSP se puede asignar a diferentes colas de salida en los diferentes saltos LSR, de acuerdo con la información contenida en los bits del campo EXP.
- Entre cada par de LSR exteriores se pueden provisionar múltiples LSPs, cada uno de ellos con distintas prestaciones y con diferentes garantías de ancho de banda (i.e. un LSP puede ser para tráfico de máxima prioridad, otro para una prioridad media y un tercero para tráfico best-effort). (MPLS., 2014)

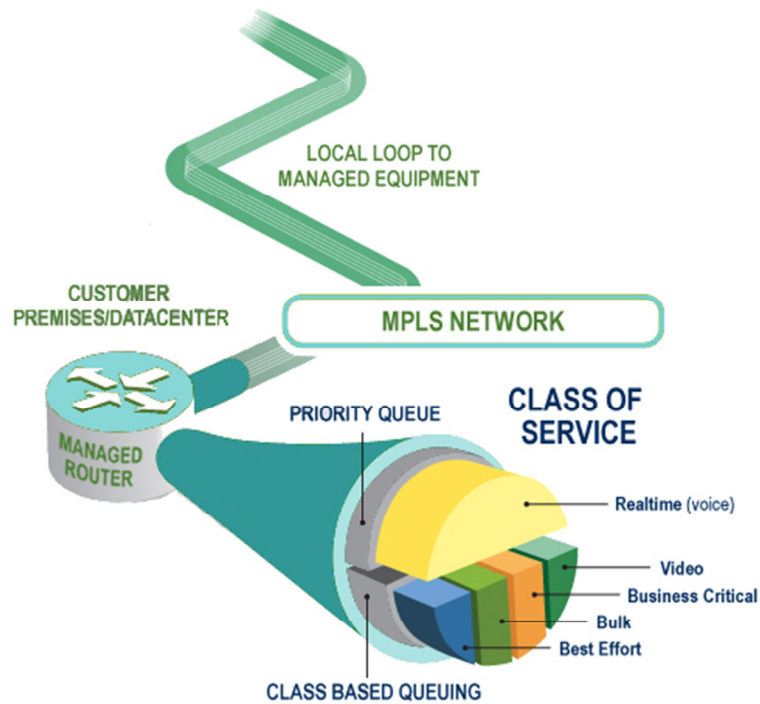


Figura 18: Clases de Servicio en MPLS

3.3 Redes Virtuales Privadas

Una red privada virtual (VPN) se construye basado en conexiones realizadas sobre una infraestructura compartida, con funcionalidades de red y de seguridad equivalentes a las que se obtienen con una red privada. El objetivo de las VPNs es el soporte de aplicaciones intranet/extranet, integrando aplicaciones multimedia de voz, datos y video sobre infraestructuras de comunicaciones eficaces y rentables. La seguridad supone aislamiento, y "privada" indica que el usuario "cree" que posee los enlaces.

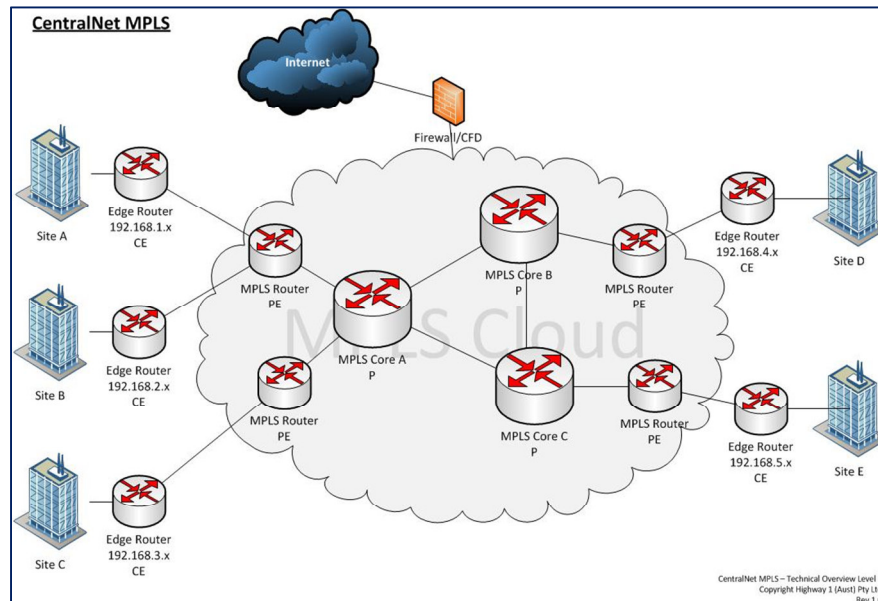


Figura 19: Red Privada Virtual con MPLS

Las ventajas que **MPLS** ofrece para **IP VPNs** son:

- Proporcionar un modelo "acoplado" o "inteligente", ya que la red **MPLS** conoce de la existencia de **VPNs** (lo que no ocurre con túneles ni **PVCs**).
- Evita la complejidad de los túneles y **PVCs**.
- Provee de un servicio sencillo: una nueva conexión afecta a un solo enrutador y tiene mayores opciones de crecimiento modular.
- Permite mantener garantías **QoS** extremo a extremo, pudiendo separar flujos de tráfico por aplicaciones en diferentes clases, gracias al vínculo que mantienen el campo **EXP** de las etiquetas **MPLS** con las clases definidas a la entrada.
- Permite aprovechar las posibilidades de ingeniería de tráfico para las poder garantizar los parámetros críticos y la respuesta global de la red (ancho banda, retardo, fluctuación, etc.), lo que es necesario para un servicio completo **VPN**.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LA RED ACTUAL Y DISEÑO DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo, se realizará el análisis de la red actual, el planteamiento de los pasos para la migración, análisis de proveedores y costos. En base al análisis de la situación actual, se realizará un diseño de red basado en MPLS que proporcione Calidad de Servicio (QoS).

La propuesta contemplará los actuales servicios que el cliente posee, con el objetivo de mantener las mismas prestaciones, el acuerdo de nivel de servicio “SLA” y la disponibilidad brindada sobre la red Metroehternet actual.

4.1 Situación actual de la red

El IESS con el fin de brindar el servicio a sus usuarios tanto internos como externos en el edificio Zarzuela, posee una red de datos centralizada, en donde se concentran los servicios a los cuales debe tener conectividad el Área de Inversiones del IESS para cumplir con sus labores diarias.

El Área de Tecnología del IESS, que se concentra en el Edificio Riesgos del Trabajo, ha diseñado la red con el fin de que el Edificio Zarzuela cuente con una red segura y capaz de cubrir las necesidades de los usuarios.

Las redes tanto LAN como WAN basan su servicio en un Sistema de Cableado Estructurado implementado hace dos años, basado en estándares internacionales, que permiten integridad de los datos.

A continuación, en la Figura 19 se realiza un análisis de cada uno de los componentes de la Red de Comunicaciones del Edificio Zarzuela:

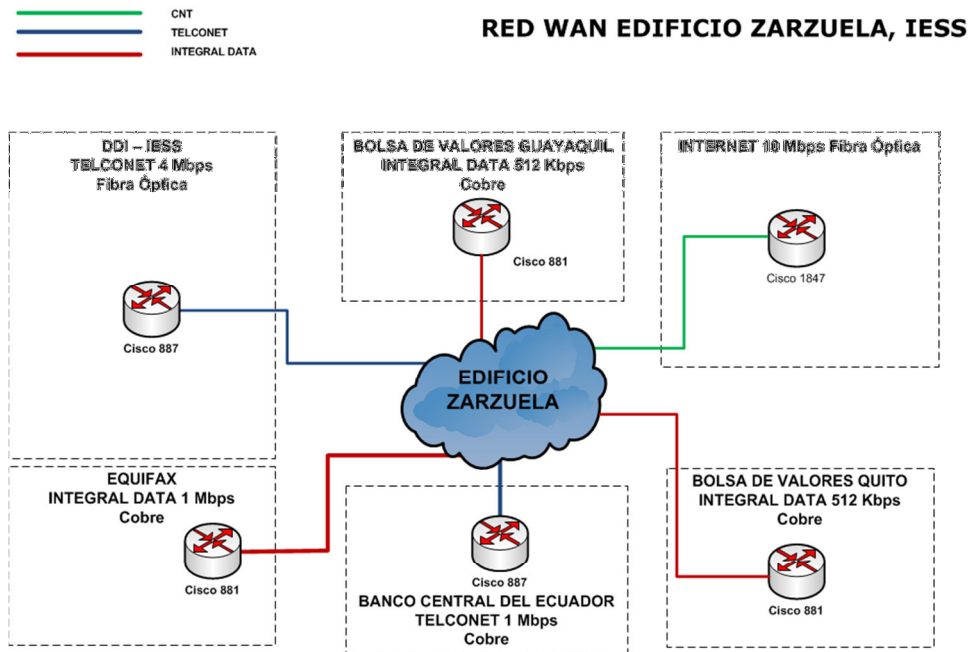


Figura 20: Conectividad Actual

4.2 Dimensionamiento de la red actual

La configuración actual de la red es core + distribución colapsado, el switch core es un equipo 3Com de la familia 4500, de 24 puertos 10/100 Mbps y 2 puertos Gigabit capa 3.

Para la conexión a Internet se utiliza un router Cisco modelo 1800 y para el enlace hacia sitios remotos un router Cisco serie 800 (Banco Central, Equifax, DDI IESS, Bolsa de Valores Quito y Guayaquil). Los switches de acceso distribuidos en cada piso son de capa 2, con 24 puertos 10/100 Mbps.

4.3 Cableado Estructurado

El edificio Zarzuela es una edificación de 7 pisos de oficinas en los cuales se concentran los usuarios del IESS que cumplen con funciones administrativas, para la infraestructura de cableado estructurado se ha considerado un sistema de direccionamiento de la red LAN por VLAN, lo que ha hecho necesario independizar cada uno de los pisos como redes separadas.

Para ello se han implementado IDF (Intermediate Distribution Facilities) en cada uno de los pisos a excepción del tercer piso en el que se encuentra el MDF (Main Distribution Facilities) en donde se encuentra instalada el alma de la red basada en todos los equipos de comunicaciones que brindan servicio a todos los usuarios del edificio.

El MDF concentra todo el cableado horizontal del tercer piso y el cableado vertical del edificio por el cual pasan las comunicaciones y un IDF en cada uno de los pisos conectados verticalmente de fibra óptica.

En el edificio Zarzuela se culminó hace 2 años con la implementación de un sistema de cableado estructurado inteligente, cableado Cat. 6A de marca Panduit, en donde de acuerdo a requerimiento se implementaron todas las partes activas Panduit, incluyendo el Sistema Panview para la administración del cableado inteligente, tratando de esta manera de fortalecer el sistema de cableado en el edificio principal, permitiendo así a futuro la implementación de aplicativos que demanden de gran ancho de banda sin tener las complicaciones de retardo.

De manera adicional se implementó un Sistema de Tierra Eléctrico y un Sistema de Tierra de Datos, con el objetivo de asegurar el tiempo de vida útil de los dispositivos de red permitiendo de esta manera tener una continuidad de los servicios con dichos equipos.

4.4 Data Center

Para la distribución de los tendidos de cable y la concentración de los dispositivos activos, en el edificio se ha implementado un Centro de Datos (MDF) ubicado en el tercer piso, el cual se lo eligió en función de la arquitectura del edificio que permite tener accesos a los ductos para el tendido de los cables hacia el MDF; el mismo tiene una estructura robusta y cumple con todos los estándares de implementación basados en las normas EIA – TIA – ANSI. (EIA/TIA 942)

Entre los requerimientos de implementación para su funcionamiento cuenta con:

- Sistema de aire acondicionado
- Piso falso
- Cielo raso
- Sistema anti-incendios
- Detectores de humo }
- UPS

Estas características permiten mantener las condiciones de funcionamiento de los dispositivos instalados en el Centro de Datos.

Adicionalmente en cada uno de los pisos se dispone de espacios físicos destinados a la concentración del cableado horizontal que provee la interconexión de los usuarios de los pisos con los servicios que mantiene el MDF, estos (IDF) se conectan al MDF por el backbone vertical.

De manera adicional se indica que con el fin de mantener la continuidad del negocio ante problemas eléctricos, se ha instalado un Generador Eléctrico con el fin de solventar este tipo de problemas.

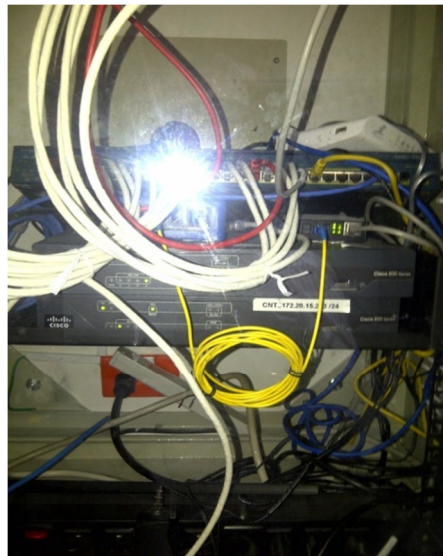


Figura 21: Problemas actuales, Centro de Datos

4.5 Equipamiento de red actual

4.5.1 Infraestructura WAN

El IESS basa en su infraestructura WAN para la transmisión de datos desde el Edificio Zarzuela, en la contratación de canales de comunicación dedicados entre el edificio y las oficinas con las cuales requiere tener conectividad, como son: DDI (Edificio Riesgos del Trabajo) en donde se encuentra el Data Center principal del IESS y, desde donde se tiene algunos servicios de red y la conectividad con otras dependencias de la Institución.

- Bolsa de Valores de Quito y Guayaquil
- Banco Central del Ecuador
- Equifax (Buró de Crédito)

Para la seguridad de la información se mantiene un Proxy para la protección de los datos de salida de la red y un firewall de frontera para el filtrado de la información entrante a la red del edificio.

Dentro de la interconexión WAN, el proveedor ha instalado dispositivos activos de red, que se basan en ruteadores por cada proveedor de acuerdo al enlace de datos.

Cuadro 1: Enlaces Actuales

Enlace	Proveedor	AB	Medio de TX	Ruteador
INTERNET	CNT	4 Mbps	Fibra Óptica	Cisco 1847
DDI	Telconet	4 Mbps	Fibra Óptica	Cisco 887
BCE	Telconet	1 Mbps	Cobre	Cisco 887
EQUIFAX	Integral Data	1 Mbps	Cobre	Cisco 881
BVQ	Integral Data	512 Kbps	Cobre	Cisco 881
BVG	Integral Data	512 Kbps	Cobre	Cisco 881

4.5.2 Infraestructura LAN

En el Edificio Matriz se posee una plataforma basada en conmutación de capa 3 con una estructura de 2 Switches de Core que permiten mantener una red interna y una DMZ.

Los Core se interconectan con switches de acceso a través del vertical de fibra que permite la transmisión de datos entre los pisos.

Todos los switches que componen la infraestructura en el edificio matriz son equipos 3com capa3, que permiten un mejor desempeño de la red.

Los switches de core son equipos 3com modelo S7910E en clúster, lo cual permite tener contingencia en caso de que uno de ellos presente problemas.

En cada uno de los pisos se tiene switches de acceso capa 3 de marca 3com modelo 5500G-48, de 48 puertos con XRN, dos switches por piso con conexión independiente a cada uno de los switches de core a través del vertical de fibra existente, permitiendo mantener la redundancia de la red. **(Ver Anexo B. Diagramas de Red: Infraestructura LAN)**

4.5.2.1 Servidores

Como se mencionó anteriormente se mantiene una RED DMZ, en donde se encuentran interconectados los servidores de aplicaciones, los mismos que a través del Switch de Core mantienen la comunicación para los usuarios de las diferentes aplicaciones.

El Sistema Operativo de los equipos es Microsoft al igual que los equipos de usuario final, se tienen aplicaciones con Bases de Datos SQL y Oracle.

4.6 Topología Actual

4.6.1 Tecnología

Actualmente la red operativa está basada en Metro Ethernet; esta arquitectura tecnológica está destinada a suministrar servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2, a través de UNIs Ethernet. **(Ver Anexo B Diagrama red WAN Actual)**

Estas redes denominadas "multiservicio", soportan una amplia gama de aplicaciones, contando con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico "RTP" (tiempo real), como puede ser Telefonía IP y Video IP; este tipo de tráfico resulta especialmente sensible a retardo, al jitter y al grudge.

Las redes Metro Ethernet, están soportadas principalmente por medios de transmisión guiados, como son el cobre (MAN BUCLE) y la fibra óptica.

Los servicios Metro Ethernet varían mucho dependiendo del objetivo de mercado, residencial o comercial, masivo o corporativo.

A continuación se muestra una lista de algunos de los servicios que pueden ofrecerse:

- Conectividad a Internet.
- Servicio LAN to LAN transparente.
- P2P – MP2MP LAN (Punto a punto o multipunto a multipunto).

- LAN a recursos de red (Data Center remoto).
- Extranet.
- LAN a FR/ATM VPN.
- Transporte metro urbano e interurbano.
- VoIP

4.6.2 Servicios

Actualmente sobre la red, corren varios servicios de datos:

- Sistema de Prendarios (Montes de Piedad), en el cual se registran los préstamos de joyas y todo el proceso con este tipo de crédito.
- Sistema de Préstamos Quirografarios
- Sistema de Préstamos Hipotecarios
- Sistema de registro de Inversiones (KOHINOR)
- Sistema Electrónico Bursátil (Bolsa de Quito y Bolsa de Guayaquil)
- Conexión Sistema DCV Deposito Centralizado de Valores (Banco Central)
- Conexión Sistema SPI Sistema de Pagos Sector Público (Banco Central del Ecuador)

Cuadro 2: Aplicaciones actuales sobre la red



4.6.3 Proveedores actuales

Actualmente debido a procesos de contratación del servicio de datos a distinto tiempo se mantienen contratos con algunos proveedores de enlaces como Telconet, Integral Data y CNT, los cuales mantienen enlaces con Arquitectura Metro Ethernet en la mayoría de los casos y debido al ancho de banda que se manejan con algunos enlaces utilizan última milla de cobre.

Por tal razón debido a que el IESS es una Institución Pública y considerando algunos factores anotados en capítulos anteriores, el IESS ha emprendido un proceso de migración de la Arquitectura Tecnológica WAN a fin de migrar sus enlaces a una Arquitectura IP/MPLS, por lo que para la conectividad de los enlaces de datos, se realizará una contratación directa con la Estatal CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) la misma que en los últimos años ha implementado una red basada en MPLS robusta y permitirá brindar a sus usuarios redes sólidas y seguras.

La importancia de mantener una red MPLS, permitirá asegurar al IESS, el tener una red confiable considerando que se basa en VRF's.

Adicional a los enlaces de datos, la contratación de enlaces de internet se mantiene con el mismo proveedor, que permiten la comunicación de los usuarios del edificio Zarzuela a través de la red y por ende la posibilidad de poder publicar varios servicios que la institución brinda a sus usuarios.

4.6.4 Consideraciones IEFT

En el IEFT un grupo de trabajo PCE (Path Computation Element), coordina la definición de elementos calculadores de caminos dentro de Internet. Dichos elementos son los responsables en calcular las rutas a través de Internet para la utilización de Ingeniería de tráfico MPLS.

El alcance de estos elementos incluye la colección de atributos relevantes al cálculo de caminos, el descubrimiento de PCEs disponibles por parte de los LSRs, la comunicación con los LSRs para la petición de cálculo de caminos para asegurar la consistencia entre las rutas calculadas.

Ese grupo de trabajo hace parte del área de encaminamiento del IEFT e incluye los siguientes grupos: OSPF, IS-IS, IDR, MPLS y CCAMP.

PCE es un planteamiento al cálculo de caminos de ingeniería de tráfico MPLS aplicable a entornos inter-dominio (área IGP, Sistemas autónomos u otra división). La información de status de red es enviada (inundación) a los PCEs en su dominio. Los PCEs son requeridos para suministrar los caminos a los LSPs. El PCE responde a una petición de cálculo de ruta a través del cálculo de la mejor ruta LSP disponible que satisfaga al conjunto de restricciones basado en los siguientes factores:

- Métrica para el cálculo de caminos
- Disponibilidad en la red
- Información de Topología

Es evidente que las redes MPLS con ingeniería de tráfico serán beneficiadas por tener un elemento que realice cálculo de rutas a través de un nodo específico.

Es importante destacar la iniciativa del IEFT y la importancia de proveer al protocolo MPLS mecanismos externos que pueden auxiliar la aplicación de ingeniería de tráfico en entornos IP.

La propuesta IEFT de creación de un elemento PCE responsable del encaminamiento MPLS reconoce la incuestionable necesidad de aportar inteligencia a la ingeniería de tráfico, automatizando lo que hasta ahora se está haciendo de forma manual.

El IEFT ha determinado que es posible planificar de forma preventiva ejecutando el trabajo de mayor complejidad en un elemento externo, obteniendo como resultado las rutas explícitas que pueden posteriormente ser configuradas a través del encaminamiento estricto (Strict ER – LSP), libre (Loose ER-LSP) [RFC 3212] o alguna combinación de los dos casos.

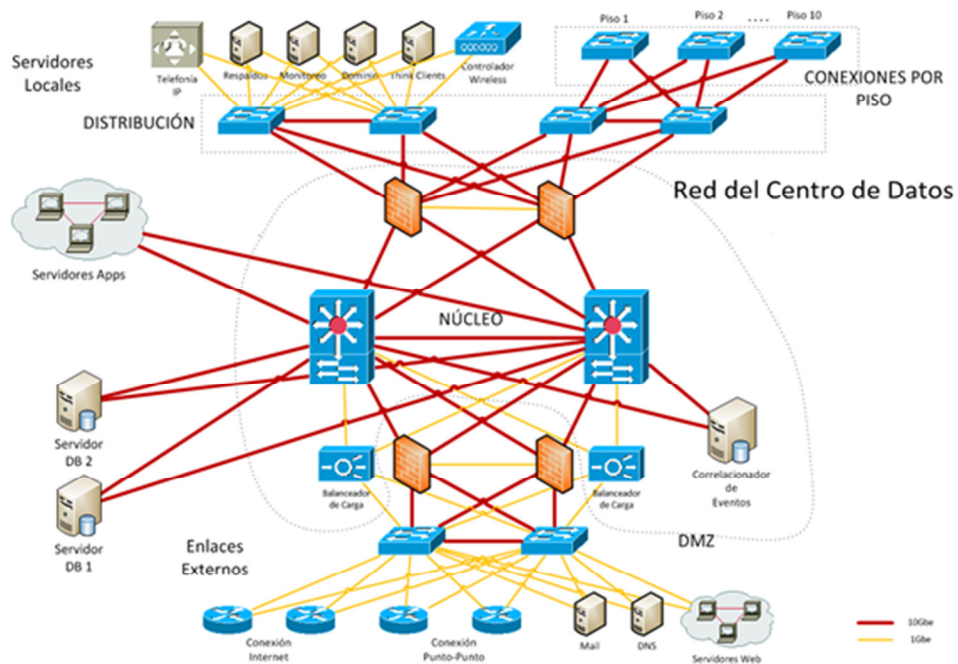


Figura 22: Diagrama de Centro de Datos Propuestos

Se tiene los siguientes módulos:

- Conexiones Externas y DMZ
- Núcleo
- Distribución
- Acceso por piso y servidores locales Conexiones Externas y DMZ

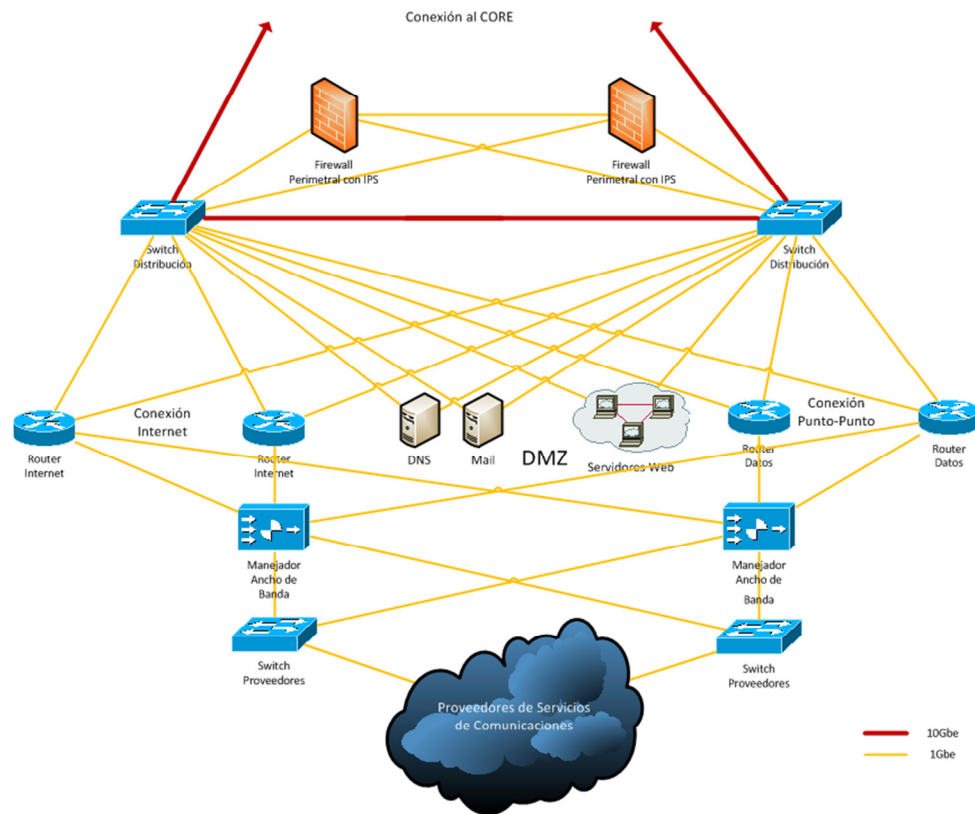


Figura 23: DMZ

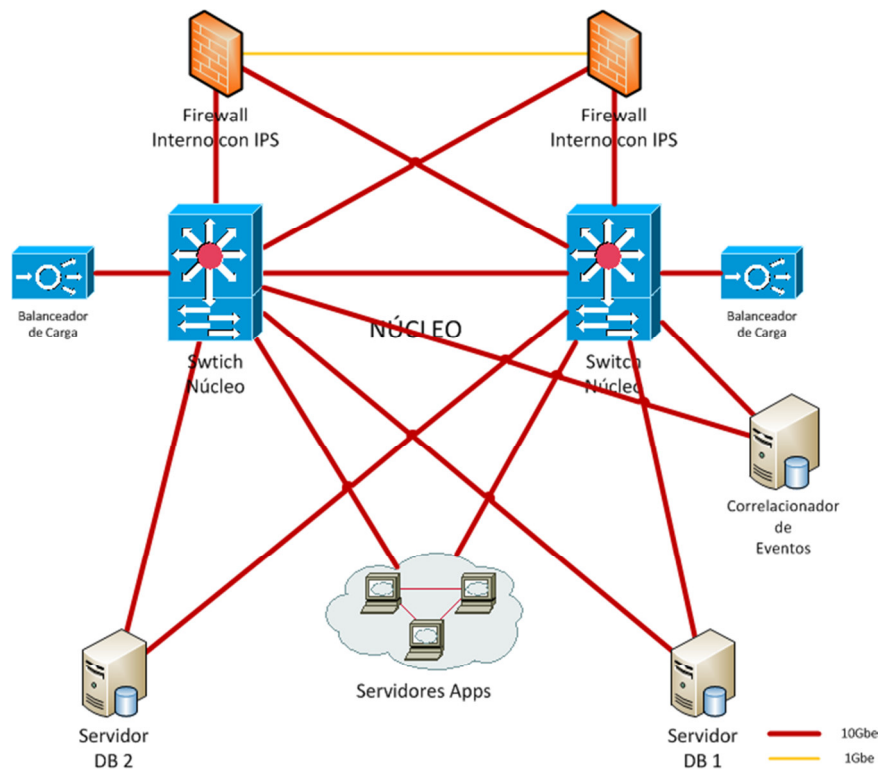


Figura 24: Núcleo

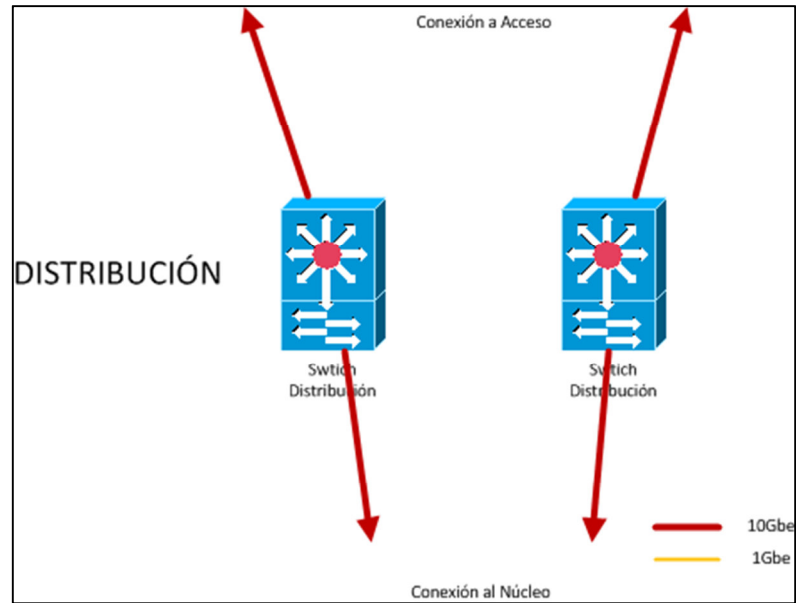


Figura 25: Distribución

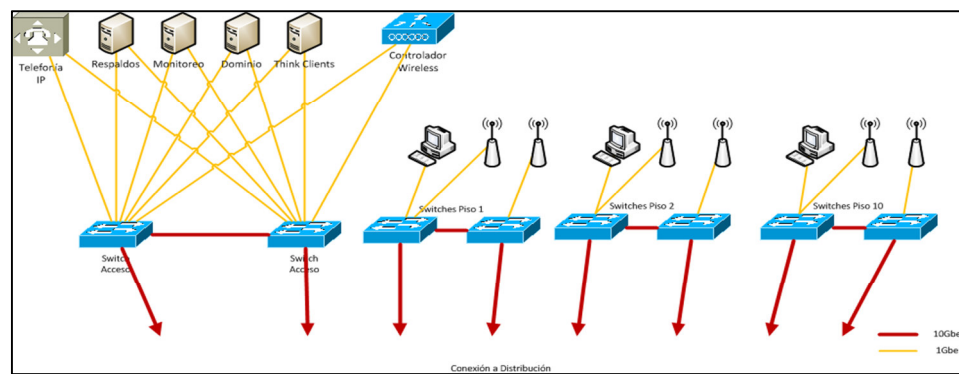


Figura 26: Acceso Por Piso Y Servidores Locales

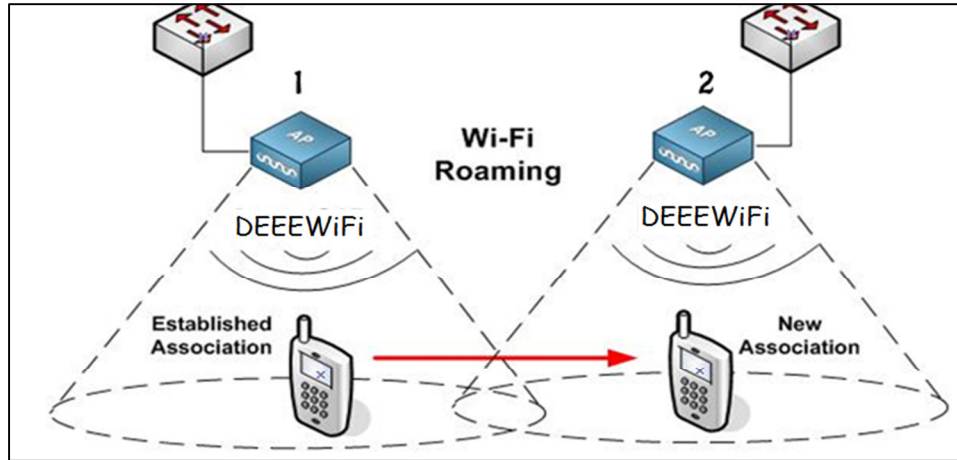


Figura 27: Roaming WI-FI Propuesto

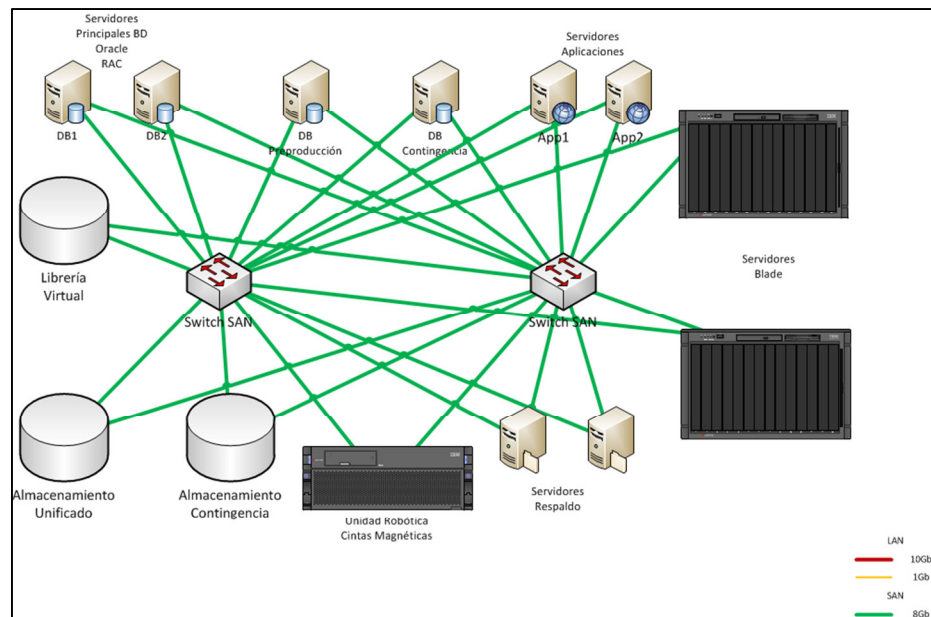


Figura 28: Arquitectura y Servidores

4.7 Definición de Infraestructura necesaria

4.7.1 Diseño de Centro de Datos

4.7.1.1 Diseño Físico

Para la ubicación del Centro de Datos, se ha tomado las siguientes premisas, como un requerimiento mínimo:

- El Centro de Datos preferiblemente será interno, evitando en lo posible la exposición directa de sus costados a la parte exterior del edificio. Criterio considerado necesario para aumentar su seguridad física y evitar los efectos climáticos externos.
- Debe constatarse la capacidad de la losa para soportar el peso del equipamiento
- Debe considerarse la cercanía a ductos y terrazas para la instalación segura de las condensadoras.
- El entorno del área seleccionada debe ser libre de riesgos de inundación y fuego (cafeterías, cocinas, tuberías)
- Debe disponerse de facilidades para el desplazamiento de equipos, especialmente ascensores y escaleras amplias

Estos riesgos no siempre pueden satisfacerse, pero la mitigación del mismo debe quedar satisfecha, por esto, en el diseño hay una serie de recomendaciones que se debe acoger para la implementación del Centro de Datos.

La garantía de que la losa esté en condiciones de soportar el equipamiento a ser implementado, se basa en lo notificado por el constructor quien indicó que la misma tiene una resistencia de 250 Kg/m².

La existencia de las vigas y su efecto distributivo que soportarían buena parte del peso, así como el efecto distributivo de la carga que ejerce el piso falso, hacen que el sitio sea adecuado.

La seguridad perimetral del Centro de Datos al estar ubicado en el costado posterior del edificio, minimiza el riesgo de seguridad por sabotaje.

Dentro de plano arquitectónico del piso 3, se indica en el círculo, el lugar seleccionado para el montaje del Centro de Datos.

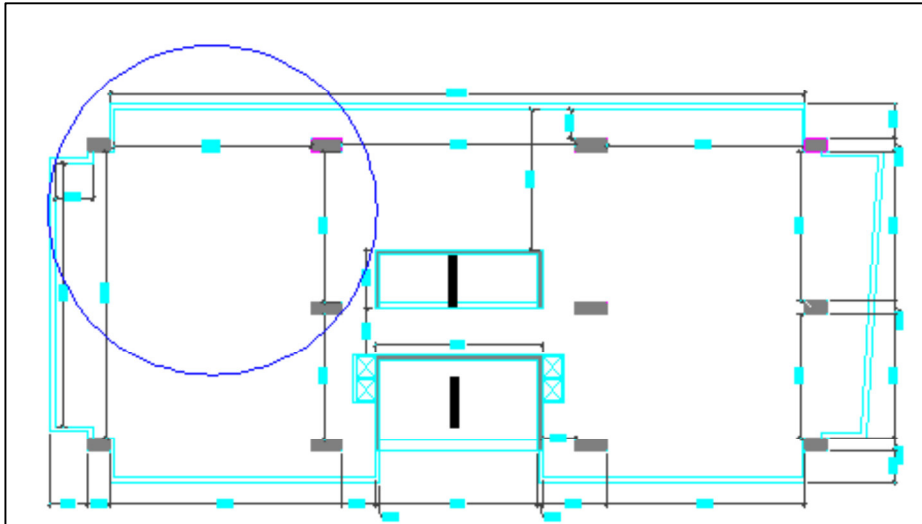


Figura 29: Plano de ubicación del montaje de Centro de Datos

El área a utilizarse para el Centro de Datos será de 64 m².

4.7.1.2 Distribución de equipos

En el área destinada al Centro de Datos, se ha diseñado dos espacios plenamente identificados: el área de comunicación y el área de servidores.

En el área de comunicación se alojarán 5 racks.

En el área de servidores, se ha previsto la instalación de dos filas de gabinetes, cada una con espacio frontal, suficiente para desplazar servidores tipo Blade.

Se ha previsto también la instalación de Acondicionadores de Aire de precisión, un sistema contra incendios, PDU's, CCTV y un sistema de monitoreo integral de alarmas.

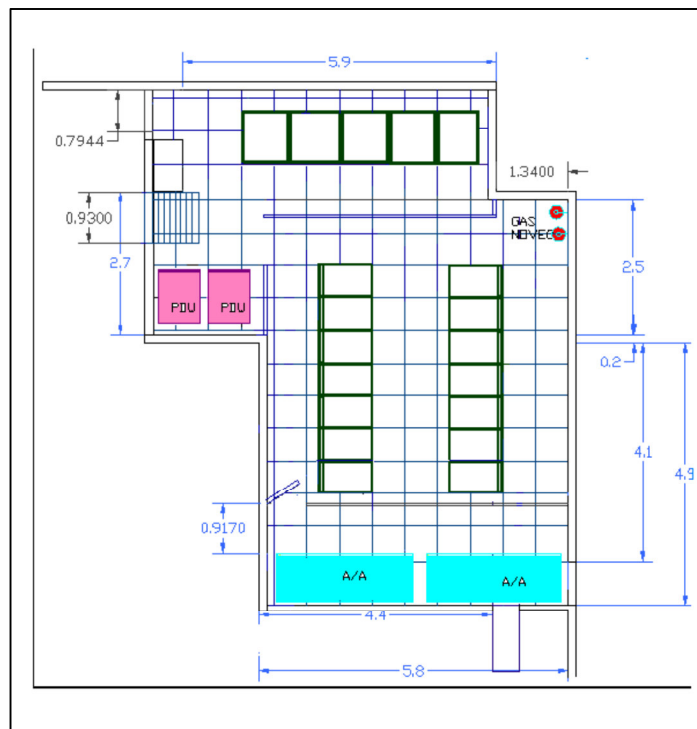


Figura 30: Plano de Centro de Datos propuesto

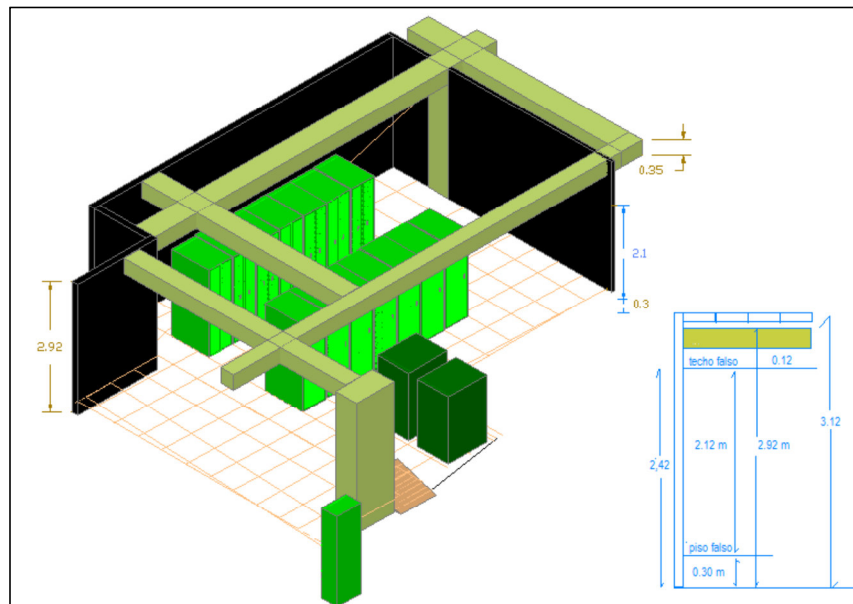


Figura 31: Vista en 3D de Centro de Datos propuesto

4.8 Cableado estructurado

4.8.1 Estándares de Cableado estructurado

Un sistema de cableado Estructurado debe ser capaz de soportar una variedad de aplicaciones, y a su vez permitir una fácil administración tanto en traslados, adiciones y cambios; además es importante que éste sea implementado en base a estándares y normativas aprobadas.

- ISO/IEC 11801:2002 2nd Edition “Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises”
- ANSI/TIA-568-C.0, “Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises”, published 2009.
- ANSI/TIA-568-C.1, “Commercial Building Telecommunications Cabling Standard”.

- ANSI/TIA-568-C.2, “Balanced Twisted-Pair Telecommunication Cabling and Components Standard”, pending publication: August, 2009
- ANSI/TIA-568-C.3, “Optical Fiber Cabling Components Standard”, published 2008.
- TIA-569-B Norma de Espacios y Ducterías de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales.
- ANSI/TIA/EIA 606-A Norma de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales
- ANSI-J-STD-607-A Requisitos para Telecomunicaciones de Puesta a Tierra y Unión Equipotencial en Edificios Comerciales Requisitos específicos para el cableado de telecomunicaciones y en adición a los contenidos en los códigos eléctricos
- ANSI/TIA-942 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (2005 – update in progress – US & Canada)
- ISO/IEC 24764 Information Technology – Generic Cabling for Data Centre Premises (approved 2/2010 Intl)
- BICSI-002 Data Center Design and Implementation Best Practices, Agosto 2010

Las normativas anteriores nos ayudan con mejores prácticas de diseño e implementación de DC, el Cableado Estructurado debe ser instalado para poder soportar el crecimiento del Centro de Datos en toda su vida útil, sin necesidad de agregar cableado o hacer visitas para cambios.

Las normas clave para Centro de Datos recomiendan un cableado de 10Gb/s o mejor, considerando las mejores prácticas para selección de sistemas que puedan ofrecer el máximo tiempo de vida; esto minimiza las interrupciones y caídas de red asociadas con cableado de menor desempeño y ofrece un costo total de propiedad más bajo del sistema de cableado.

Todo se reduce en el avance constante de las necesidades del desempeño de la red, las aplicaciones IP y de almacenaje están evolucionando rápidamente, consumiendo ancho de banda, manejando velocidades mayores y acortando los ciclos

de vida de las aplicaciones. Mientras más tiempo logre soportar la infraestructura de cableado estos requisitos de desempeño y de expansión, más costo-efectiva será.

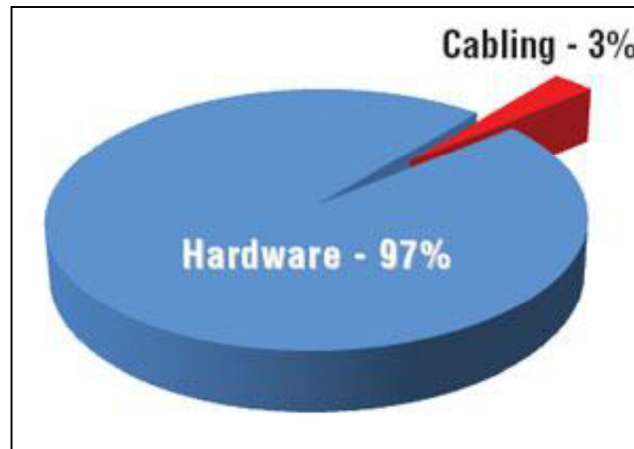


Figura 32: Importancia del cableado

Normalmente el cableado representa tan solo el 3% del gasto en hardware y alrededor de 0.4% del total del presupuesto de TI. A pesar de su costo relativamente bajo, la planta de cableado es el cimiento crítico para su organización el backbone sobre el que la red en su totalidad corre.

El cableado es también la pieza de infraestructura más duradera. Se espera que dure de 10 a 15 años, soportando de 2 a 3 generaciones de equipo activo y es potencialmente la parte más difícil para reemplazar.

4.9 Detalle de la importancia del proyecto

La solución de cableado estructurado propuesta, considera las necesidades actuales y futuras de infraestructura de telecomunicaciones.

Los siguientes son los Parámetros de análisis de la solución:

- Calidad y Rendimiento
- Escalabilidad y Flexibilidad
- Servicios de soporte y garantías

- Parámetros LEED y GREEN
- Cumplimiento de normativas y estándares
- Altos niveles de seguridad
- Precio
- Administración en tiempo real

Se plantea un Sistema avanzado de cableado estructurado en categoría 6A totalmente blindado, con un balance en fibra óptica de última generación tipo OM3 multimodo componentes:

- Cable UTP, F/UTP, jacks, patch panels, outlets, fibra óptica OM3 en solución de última generación.

4.9.1 Calidad y Rendimiento

- Las aplicaciones correrán a velocidades que van desde 10 megabits por segundo hasta 10 gigabits por segundo.
- El ancho de banda para transmitir los datos es de 500 Mhz.
- Permite alcanzar niveles de uptime de 99.999%
- Integración de sistemas y servicios

La solución propuesta permite integrar aplicaciones IP para telefonía, sistemas de seguridad y control como cámaras, control de acceso, POE etc., corriendo a la vez sobre la misma autopista de información, sin degradar los niveles de servicio.

Parámetros LEED y GREEN

- La solución propuesta consumirá menor cantidad de energía debido a la baja utilización de circuitos de corrección de errores.
- Implementa prácticas con enfoque LEED en sus procesos de producción optimizando el uso de partes y piezas dentro de las soluciones.

4.9.2 Altos niveles de seguridad

- El sistema propuesto considera en todos sus elementos altos niveles de seguridad que van desde el aislamiento total del medio de transmisión hasta el software de monitoreo y control en línea.
- Abajo se lista algunos mecanismos de seguridad basado en soluciones blindadas con cable F/UTP:
- Prueba TEMPEST, que la realiza las FFAA de los Estados Unidos
- La solución inteligente monitorea y graba accesos no autorizados a la red.
- La solución inteligente indica la localización física del dispositivo no autorizado.
- La solución inteligente dispara alarmas y alertas por e-mail inmediatamente.

4.9.3 Administración en tiempo real

- Al implementar una solución modular se ofrece la opción de escalar hacia una solución inteligente MAPIT, tanto en fibra como en cobre
- Se puede escalar a que la red permanezca operacional con un monitoreo en tiempo real de todos los dispositivos cada segundo de cada día.
- Esta opción reduce los costos de administración en sitio, ya que el monitoreo es remoto, permitiendo la optimización de recursos.

4.10 Diseño propuesto

Uno de los objetivos principales para la implementación de la solución de cableado estructurado es lograr flexibilidad en el Centro de Datos, basado en la arquitectura Zona de Administración Centralizada (CPZ) – Any to All, esta arquitectura nos permite administrar de manera eficiente el sistema de cableado estructurado dentro del recinto.

Las ventajas de esta arquitectura son las siguientes:

- Ofrece máxima flexibilidad, permitiendo en la Zona Central de Parcheo interconectar todos los elementos con cualquier destino
- En el futuro cualquier gabinete puede soportar cualquier aplicación
- La seguridad y sencillez del manejo de cables se hacen evidentes
- Permite la identificación y separación de elementos activos de los pasivos
- Permite administrar medios de cobre y fibra óptica
- Optimizar el uso de puertos de switch.

El siguiente grafico muestra la arquitectura propuesta:

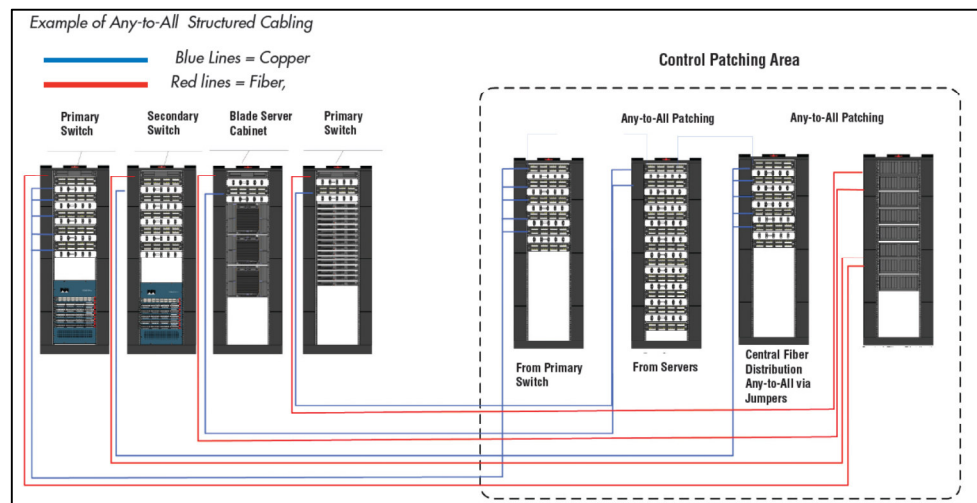


Figura 33: Arquitectura propuesta

El proyecto considera 19 gabinetes con diferentes roles, estos requieren ser administrados con cableado estructurado, nuestra propuesta direcciona hacia un balance de cobre y fibra dentro del recinto con anchos de banda suficientes para manejar velocidades de 10 GBPS.

- **EDIFICIO ZARZUELA – ENLACES WAN**

En el Anexo D se puede observar la red del edificio Zarzuela con la conexión con sus nodos remotos, por medio de la red MPLS suministrada por el proveedor de servicios, y la infraestructura que disponen los proveedores de servicios.

- **RED EDIFICIO ZARZUELA – NODOS REMOTOS**

En el Anexo E se puede observar la red del edificio Zarzuela, la interconexión de los enlaces principales y de contingencia con sus respectivas velocidades de transmisión de datos, así como también el número de usuarios estimados que accederán al enlace con los distintos nodos remotos.

4.10.1 Análisis Operativo

- **Cronograma de adquisición de equipos y de proveedores de servicios.**

En el anexo F, se puede observar el cronograma de adquisición de equipos y contratación de proveedores de servicio. Dado que se trata de una institución pública se seguirá el proceso determinado en el portal de compras públicas.

Esto consiste en que el área requirente deberá generar los términos de referencia sobre el equipamiento y servicios a ser contratados, adjuntado una proforma para la validación y autorización del presupuesto estimado para la compra.

Luego de obtener las aprobaciones de las diferentes autoridades, dependiendo el monto de la contratación, se puede proceder a publicar en el portal de compras públicas y dar inicio al proceso de contratación; los pasos a seguir a partir de esta acción se describen en el anexo G. Tomará alrededor de 6 semanas.

- **Cronograma de instalación de equipos**

En el anexo G, se puede observar el cronograma de instalación de equipos de la nueva red MPLS, con 2 semanas de ejecución de los trabajos instalación.

- **Cronograma de puesta en servicios de equipos**

En el anexo H, se puede observar el cronograma de puesta en servicio de los equipos de la nueva red MPLS, con 2 semanas de ejecución de los trabajos de puesta en servicio.

- **Cronograma de pruebas de equipos**

En el anexo I, se puede observar el cronograma de pruebas de los equipos de la nueva red MPLS. Con 2 semanas de ejecución de los trabajos de pruebas.

4.10.2 Arquitectura de encaminamiento

Para establecer una propuesta de encaminamiento de la red de trabajo sobre la que se realizara el modelamiento es importante plantearse un sistema jerárquico de agregación de tráfico; considerando una topología de transporte escalable, flexible y robusto como prerrequisito de la planificación, como siguiente paso es necesario balancear la demanda dentro del modelo de red de forma que se aseguren los requisitos mínimos de calidad.

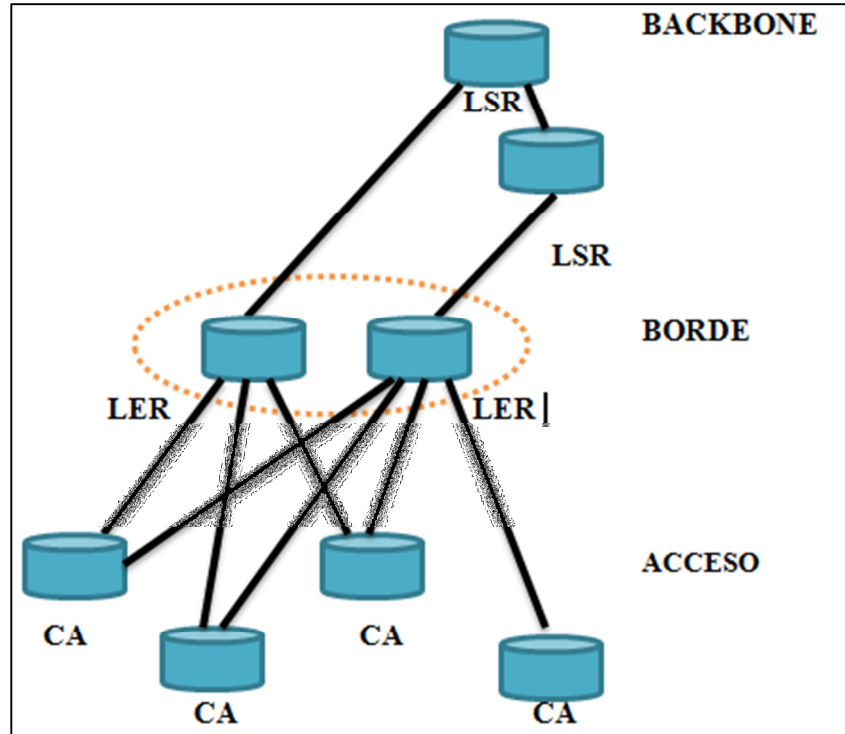


Figura 34: Estructura jerárquica a tres niveles

La topología, también considerada como dato de entrada, utilizada una estructura jerárquica de tres niveles, donde los LSRs ocupan el nivel jerárquico superior, conmutando el tráfico MPLS en el backbone de la red.

Los LERs corresponden al nivel intermedio, comunicando los centros de acceso con el núcleo de la red, los centros de acceso concentran el tráfico de los equipos de acceso más cercano al usuario final que pertenece a una determinada área de cobertura o zona de acceso.

4.10.3 Planificación a través de rutas Explícitas

El objetivo de este proceso, es establecer procedimientos externos para la planificación a través de rutas explícitas para gestionar la definición de caminos en redes de paquetes.

El encaminamiento explícito es un subconjunto de las funciones generales del encaminamiento basado en restricciones, donde las restricciones son establecidas a través de rutas explícitas. También otras restricciones pueden ser definidas por el operador para tener el control sobre los caminos tomados por los LSPs.

El procedimiento del encaminamiento basado en restricciones provee soporte a las siguientes características:

- Encaminamiento explícito estricto e indeterminado.
- Especificación de parámetro de tráfico.
- Ruta Pinning: permite cambiar a una ruta usada por un LSP siempre y cuando un próximo salto mejor esté disponible en algún LSR perteneciente a la ruta.
- Prevención a través de prioridades para los CR-LSPs.
- Tramitación de fallos.
- LSPID.

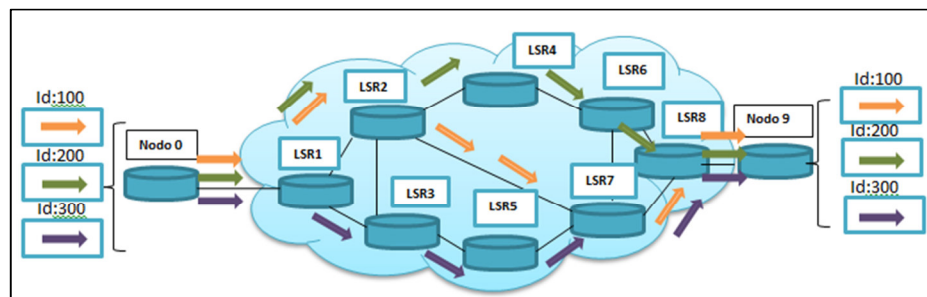


Figura 35: Encaminamiento basado en restricciones

Cuadro 3: Encaminamiento basado en restricciones

Tipo de tráfico	Ancho de Banda (Kbps)	Paquetes Enviados	Paquetes Descartados	Tasa de perdida	Retardo Medio	Camino LSP
VoIP	250	140210	21	0.0150	53,02202	1_2_7_8
VoIP	250	139811	25	0.0179	32,98705	1_2_4_6_8
VoIP	250	139420	25	0.0179	62,98701	1_3_5_7_8

En el encaminamiento basado en restricciones los LSPs son calculados por los algoritmos de camino mínimo (OSPE, IS-IS) pero satisfaciendo a todas las restricciones previamente establecidas por la ingeniería de tráfico.

Los resultados de figura 34 confirman la utilización de MPLS como herramienta para introducir ingeniería de tráfico en el encaminamiento de la red IP. El Ispid100 (1_2_7_8), por ser el primero LSP a ser establecido dispone de un retardo medio de 53 ms frente a los otros dos, Ispid300, que disponen de un retardo medio de 62ms, por seguir trayectos más largos. El retardo medio total de la red para entregar los tres flujos a su destino es de 59,66ms.



Figura 36: Descripción funcional de la Ingeniería de tráfico MPLS

4.10.4 Previsión del Tráfico

La previsión de tráfico utilizada considera aparte de datos conocidos como el tráfico de datos, el tráfico de voz que sobre la red actual no se considera.

Es por este motivo que se enfoca el procedimiento de previsión de tráfico de voz en minutos anuales a demanda de voz en paquetes en Kbps.

En el primer paso del proceso de conversión se aplica el procedimiento definido por la ITU-T [E506], definiendo un método de conversión minutos tasado/Earlangs global basado en los valores de tendencias y objetivos futuros.

La fórmula que realizara la conversión es:

$$A = MDH / 60E$$

Dónde:

A=Tráfico medio estimado (Earling)

M=Minutos mensuales.

D= Relación día/mes (0,03 -0,04)

H= Relación hora cargada/día (10% - 13,5%)

E= Factor de eficacia (88%)

Los valores por defecto adoptados en estos modelos son:

D=0,04 relación entre la duración tasada media en días laborables y la duración tasada mensual.

H=0.135 relación entre la duración tasada durante la hora cargada y duración tasada media.

E=0.80194 relación entre la duración tasada en la hora de ocupación.

$$M = \frac{\text{Trafico (min)} * 10^6}{12}, \text{ total mensual de minutos tasados}$$

El siguiente paso es calcular el número de caminos de voz (path_voip), una vez obtenido el valor de tráfico en earling, para esto se considera el modelo de Poison para calcular el número de rutas de voz.

Dónde:

P_r es la probabilidad de bloqueo de cada llamada

N es el número de circuitos de voz (path voip).

λ es el tráfico cargado

Considerando una probabilidad de bloqueo de 10^{-5} (probabilidad que se degraden las prestaciones) y el tráfico cargado en Earling se calcula el path_voip por medio de poison (P_r, λ).

El paso siguiente será determinar el ancho de banda utilizado por cada llamada sumando las cabeceras IP/UDP/RTP y la carga del paquete de voz.

Cuadro 4: Previsión de Tráfico

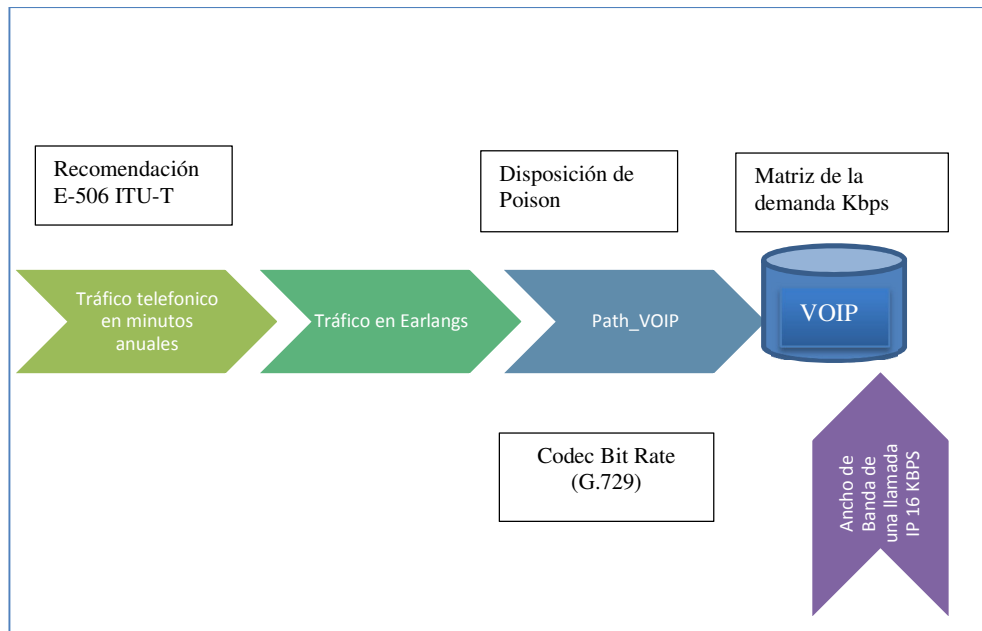
Descripción	G.729 (8Kbps)	Silencio
Longitud del cuadro (octetos)	10	4
Duración del cuadro (ms)	10	10
Cuadros por paquete IP	5	4
Tasa de transmisión en la salida del codificador de voz (Kbps)	8,00	3,20
Octetos por paquete IP	40	16
Overhead (IPV4+UDP+RTP) (Octetos)	40	40
Tasa de transmisión con overhead	16,00	11,20

La tasa media de transmisión de bits será calculada siendo: $T_a * t\% + T_s * (1 - t\%)$, donde:

$t\%$ es el índice de actividad calculado.

T_a es la tasa de actividad.

T_s es la tasa de silencio.

**Figura 37: Definición de la Matriz de la demanda**

4.10.5 Modelo de Optimización MPLS

Mediante encaminamiento basado en rutas explícitas, representado como MMCF (Multicommodity Minimal Cost Flow).

El modelo simplificado propuesto en la arquitectura de transporte de redes de datos se encuadra dentro del problema de encaminamiento de coste mínimo. La representación matemática del problema puede ser caracterizada con la definición de variables seguida del modelo matemático.

Descripción matemática:

- Función (1) está asociada a todos los caminos o LSPs utilizados en el encaminamiento de todas las demandas sobre la red de transporte. La función pretende minimizar el número de tramos utilizados para cursar las demandas.
- Función (2) está asociada por donde pasa la demanda, es la responsable por el balanceo de carga en la red.
- Función (3) está asociada a la restricción de la capacidad. Esta restricción evita la congestión y controla la admisión en la asignación de los caminos.
- Función (4) está asociada a la restricción de la flexibilidad operativa. Se asegura el grado de servicio en la definición de la red de transporte.
- Función (5) está asociada a la variable de restricción $X_{ij} = \{0,1\}$ Si el LSP utiliza el tramo $X_{ij} = 1$, caso contrario $X_{ij} = 0$

Representación de las variables del modelo:

C_{ij} Costo de enviar un flujo por medio del arco

X_{ij} Variable $\{0,1\}$

Y_p^k Variable que representa el camino P.

d^k Demanda del producto K.

Y_q^k Variable de un subconjunto P.

Bw: Ancho de banda efectivo o capacidad actual de un enlace.

Bw_{ij} : Capacidad real instalada de un enlace (i,j).

Bw_{util} : Ancho de banda utilizado o capacidad ocupada de un enlace.

λ : Factor de dimensionamiento o coeficiente de flexibilidad.

D : Conjunto de demanda de la red.

E : Conjunto de enlaces de la red.

$$\text{Min } \beta = \sum_{(i,j) \in E} \sum_{d \in D} C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{p \in P} Y_p^k = d^k, \forall d \in D, \text{ donde } d^k \text{ es la demanda del producto } K. \quad (2)$$

$$\sum_{p \in P} Y_q^k = BwX_{ij}, \forall (i,j) \in E \quad (3)$$

donde $q \in P$ son todos los caminos que pasasn por el arco ij

$$\sum_{(i,j) \in E} BwX_{ij} \leq \lambda Bw_{ij} - Bw_{util} \quad (4)$$

$$X_{ij}^k \in \{0,1\} \forall (i,j) \in E \quad (5)$$

Se utilizara el método de Branch and Cound (BB) está basado en la enumeración inteligente de los puntos candidatos a ser la solución óptima. El termino branch se resume en que realiza particiones en el espacio de soluciones y el términos Bound define la optimilidad de la solución utilizando los límites de cálculo.

En la técnica BB todas las soluciones posibles son testeadas de manera inteligente. Los subconjuntos que no incluye la solución óptima no necesitan ser verificados. Solamente se prueba un subconjunto de combinaciones y se va sacando las óptimas.

Dentro de las características del método BB es que su uso es en redes grandes, con muchos nodos.

4.10.6 Razones para cambiarse a MPLS

- **Reducción de costos.-** Se estima ahorros entre el 10 y 25% con respecto a soluciones basadas en (frame relay o ATM), al implementar el tráfico de voz y video en la red se puede llegar a conseguir hasta un 40% de ahorro.
- **Calidad de servicio.-** La calidad de servicio es vital en una red sobre la que corre servicios de vídeo y voz, contando con priorización del tráfico en tiempo real.
- **Mejorar el rendimiento.-** Al disponer de la administración de priorizar el tráfico sobre la red se puede reducir el número de saltos entre puntos, lo que se traduce directamente en una mejora de los tiempos de respuesta y del rendimiento de las aplicaciones.
- **Recuperación ante desastres.-** Las conexiones redundantes a la nube MPLS reducen el riesgo de corte en los servicios de red.
- **Preparado para nuevas tendencias.-** Estar con MPLS es estar preparado para el futuro ya que es fácilmente escalable y flexible.
- **Simplificación.-** Con un proveedor de MPLS se puede diseñar y construir redes a medida. Se simplifica la administración y el monitoreo en tiempo real de la red.
- **Seguridad mejorada.-** Ofrece seguridad, robustez frente a posibles ataques, ocultación de núcleo, suplantación de identidad.

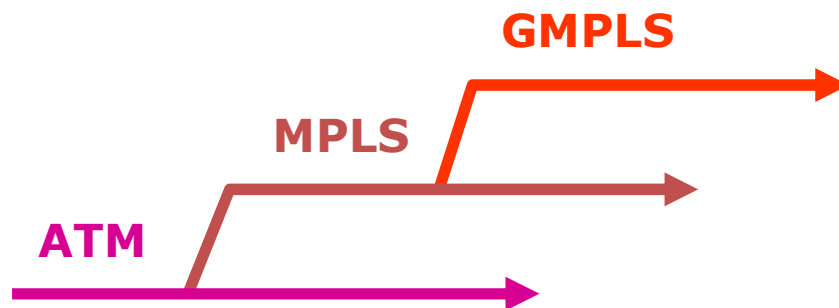


Figura 38: GMPLS sobre MPLS y ATM 1

- Funcionamiento similar a MPLS.

- Corrige carencias detectadas en MPLS:
 - Recuperación de caminos.
 - Apertura de LSP bidireccionales

4.10.7 Análisis comparativo de Proveedores

Para el análisis costo beneficio de este proyecto se propone implementar sobre la red los equipos Customer Edge (CE), a ser implementado en la infraestructura del proveedor cliente serán los routers CE (Customer Edge).

La red de comunicación de datos se debería implementar a nivel de túneles de IP- MPLS en todas las oficinas con las que se interactúa en el diseño de red propuesto.

Debido a la redundancia necesaria y ser una entidad pública se recomienda trabajar con la Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT y con la empresa TELCONET dado que las dos empresas cumplen con lo requerido a nivel de infraestructura y alcance a nivel nacional.

Se sugiere mantener conexión con estas dos empresas, dada la necesidad de tener enlaces redundantes en todo momento.

Ambas empresas permitirán la integración de los servicios a través de una misma red IP ante el tráfico de datos, voz y video convivirán manejados con calidad de servicio (QoS) y con la disponibilidad deseada, soporte 7 x 24 x 365 días del año.

Disponibilidad se requiere firmar acuerdos de nivel de servicio en cuanto a la disponibilidad que sea igual o superior al 99.5 %

En el ámbito de seguridad se requiere que los proveedores manejen túneles encriptados, administren el enrutamiento de la red MPLS con todos sus nodos.

El costo de las opciones dependerá del número de nodos con su respectivo ancho de banda. Y deberá ser competitivo con el resto del mercado que existe en la actualidad.

Cuadro 5: Tabla Operadora de Servicios de Internet VS Costos

Proveedor de Servicios de Internet (ISP)	Costo de Instalación	Costo Mensual
CNT	\$15.000	\$10.000
Telconet	\$17.000	\$12.000
Level 3	\$18.000	\$15.000

4.11 Estimación presupuestaria de implementación del modelo propuesto

4.11.1 Evaluación de Costos

En el presente punto se tratara el tema de análisis financiero – económico y sobre la viabilidad de implantación de este trabajo de grado, desarrollando los indicativos necesarios a fin de verificar si es practicable la aplicación del mismo.

4.11.2 Financiamiento

El financiamiento de este proyecto se lo realizara programando en el Plan Anual de Contrataciones, en el Plan Operativo Anual y en el Presupuesto del IESS, el mismo que deberá ser aprobado por el Directorio dentro de los ítems de tecnología. Se deberá considerar que este monto de adquisición e inversión deberá ser referenciado y proyectado en base los costos que en ese momento se maneje considerando la variabilidad de los precios en los equipos a implementar.

4.11.3 Presupuesto Plan Operativo Anual – P.O.A.

La Constitución Política de la República dispone que el Sistema Nacional de Planificación (SNP) fije los objetivos nacionales permanentes en materia económica y social, determine -en forma descentralizada- las metas de desarrollo a corto,

mediano y largo plazo, y oriente la inversión con carácter obligatorio para el sector público y referencial para el sector privado.

La planificación operativa se concibe como la desagregación del Plan Plurianual de Gobierno y los Planes Plurianuales Institucionales en Objetivos Estratégicos, Indicadores, metas, programas, proyectos y acciones que se impulsarán en el período anual.

Consideran como base lo siguiente: función, misión y visión institucionales; los objetivos, indicadores y metas del Plan Plurianual de Gobierno; y, su correspondencia con otros planes o agendas formuladas.

Los planes operativos anuales tienen como propósito fundamental orientar la ejecución de los objetivos gubernamentales; convierten los propósitos gubernamentales en pasos claros y en objetivos y metas evaluables a corto plazo.

Una de las utilidades que ofrece la planificación operativa es el reajuste de los objetivos, metas, programas, proyectos y acciones a las condiciones y circunstancias que se presentan cada año, y a los cambios no previstos.

Una vez que se tiene un concepto más claro de lo que es POA, se debe mencionar que se requiere la programación e inclusión de un valor de tecnología para la adquisición e implementación de un sistema de comunicaciones unificadas dentro de la programación del POA 2015 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

4.11.4 Reducción de Costos

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social mediante la implantación de este sistema realizara una reducción de costos en un seis por ciento mensual en el pago de planillas telefónicas, es decir se realizara una reducción de costos del treinta por ciento anual en el pago de este servicio de vital importancia al realizar esta implantación.

La viabilidad del proyecto se la revisara en los siguientes puntos desarrollados a continuación por lo que se ha realizado la proyección de valores económicos para este año.

Luego de que se hayan desarrollados los indicadores y se obtenga los resultados, se demostrara la viabilidad del proyecto del presente grado de trabajo.

4.11.5 Análisis Costo/Beneficio

Del análisis realizado en el desarrollo del proyecto, se puede notar que el presente trabajo de grado es aceptable, debido a que el costo/beneficio como resultado en este ejercicio es mayor que cero con un valor de 1,94 que garantiza que el proyecto es viable.

4.11.6 Retorno de la Inversión

El Retorno de la Inversión (R.O.I.) es el indicador que usan las empresas para medir el éxito de los proyectos y se calcula de forma directa. El retorno de la inversión (R.O.I.) es uno de los principales factores que promueven el desarrollo de proyectos en las instituciones desde sus aspectos financieros y sus resultados económicos.

Antes de empezar el proyecto, todos deben estar de acuerdo en las expectativas precisas, y mutuamente definir los términos del éxito. Es la única forma de no desfigurar el proyecto o crear sobre expectativas.

Los proyectos de implantación pueden ser orientados a subsanar deficiencias de conocimiento, ofrecer nuevos productos formativos, mantener el nivel de conocimientos de la organización, cualquiera que sea el motivo de la acción formativa debe ser analizado desde una óptica económica financiera.

Cuando se consigue un R.O.I. positivo, no solo se consiguen los objetivos de la institución sino que, además, conseguimos que los participantes, aumente su productividad en la empresa así como la efectividad en la entidad.

El cálculo real del R.O.I. es muy simple, se divide los ingresos del proyecto para los costos, para obtener la relación. Los costos incluyen el análisis inicial, la adquisición del servicio de una empresa externa, el mantenimiento, la elaboración de informes, la administración, los costos de oficina, luego multiplicamos por cien para obtener el valor en porcentaje; y finalmente el resultado que se obtiene se lo resta de un valor de 100 para saber cuánto es la rentabilidad real o beneficio del proyecto.

El R.O.I. calculado para este trabajo de grado es:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Total Sistema CU}}{\text{Total Sistema Actual (Anual)}}$$

$$\text{ROI} = \frac{364.320,00}{187.881,00}$$

$$\text{ROI} = 193,91 - 100$$

$$\text{ROI} = 93,91\%$$

El resultado obtenido en el desarrollo del presente trabajo de grado refleja que el retorno de la inversión es exitoso. Se puede observar que a más de cumplir los objetivos planteados, dentro de la institución se alcanzara el rendimiento del proyecto, el cual es de 93,91%.

4.11.7 Periodo de Recuperación de la Inversión

El Periodo de Recuperación de la Inversión (P.R.I.) es una propuesta de acción técnico económica que se utiliza para resolver una necesidad utilizando un conjunto de recursos disponibles, los cuales pueden ser, recursos humanos, materiales y tecnológicos entre otros.

El periodo de recuperación tiene como objetivos aprovechar los recursos para optimizar recursos, sea este a corto, mediano o largo plazo, por lo que responde a una decisión sobre uso de recursos con algunos de los objetivos, de incrementar, mantener o mejorar la producción de bienes o la prestación de servicios.

El Periodo de Retorno de la Inversión en el presente trabajo es de tres años seis meses, es decir, cuando los valores acumulados correspondientes al desembolso anual igualan al monto de la inversión inicial neta que es de USD 364.320.

4.11.8 Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) de una inversión es la tasa que está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto es igual a cero.

La TIR es una guía de rentabilidad relativa del proyecto, por lo cual, este método considera que una inversión es aconsejable. Si la T.I.R. resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor, y entre varias alternativas, la más conveniente será aquella que ofrezca una T.I.R. mayor.

Para este proyecto la T.I.R. es 31%. Porcentaje que refleja que al implementar este proyecto puede llegar a reducir el desembolso por concepto de (“servicio de teléfono”), siendo favorable para la institución.

Cualquier evaluación de riesgo expresará el nivel de probabilidad de sufrir una pérdida, ante lo cual existirá una mayor o menor necesidad de reducir o evitar las consecuencias de dicha pérdida.

4.11.9 Valor Actual Neto

Por Valor Actual Neto (V.A.N.) de una inversión se entiende la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Si un proyecto de inversión tiene un V.A.N positivo, el proyecto es rentable. Un V.A.N nulo significa que la rentabilidad del proyecto es la misma que colocar los fondos en él invertidos en el mercado con un interés equivalente a la tasa de descuento utilizada.

La principal ventaja de este método es que al homogeneizar los flujos netos de caja a un mismo momento de tiempo, reduce a una unidad de medida común cantidades de dinero generadas en momentos de tiempo diferentes.

Una vez que se ha dado a conocer de manera más precisa el concepto del VAN, y de los flujos realizados, el valor obtenido para este proyecto de implantación en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social es de \$60.205,89, considerando que se va a optimizar el 30% de recursos destinados a la central telefónica al implementar dicho proyecto. Se estima que la reducción mensual de los gastos sea del 6%,

porcentaje establecido tomando en cuenta que los usuarios van a realizar una marcación de extensiones tanto localmente entre los tres edificios que mantiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en la ciudad de Quito, por lo que, se puede observar que el proyecto es económicamente viable.

Cuadro 6: Cálculos Económicos Implementación desde cero

Cantidad	Equipo	Valor Unitario	Valor Total
2	Switch Core	368,272.00	736,544.00
2	Switch Distribución	119,493.00	238,986.00
2	Switches DMZ	16,160.00	32,320.00
2	Switches Servidores locales	16,160.00	32,320.00
2	Switches Proveedores de Acceso	6,360.00	12,720.00
	Capa 2		
20	Switches Piso	13,000.00	260,000.00
2	Firewall Perimetral	45,405.00	90,810.00
2	Firewall Interno	205,985.00	411,970.00
1	Correlacionador de Eventos	75,937.00	75,937.00
2	Administrador de Ancho de Banda	48,426.00	96,852.00
4	Routers	21,005.00	84,020.00
2	Controladores para Puntos de Acceso Inalámbrico	29,736.00	59,472.00
20	Puntos de Acceso Inalámbrico	1,050.00	21,000.00
1	Software de Administración	30,000.00	30,000.00
1	Capacitación	100,000.00	100,000.00
	TOTAL		\$2,282,951.00

Cuadro 7: Cálculos Económicos Implementación Reutilizando equipos

Cantidad	Equipo	Valor Unitario	Valor Total
2	Switch Core	368,272.00	736.544,00
2	Switches DMZ	16,160.00	32.320,00
2	Switches Proveedores de Acceso Capa 2	6,360.00	12.720,00
2	Administrador de Ancho de Banda	48,426.00	96.852,00
4	Routers	21,005.00	84.020,00
TOTAL		\$	962.456,00

Esta es la opción luego de todo el análisis financiero que se detalla, como la recomendada a ser tomado en cuenta para tomar como hoja de ruta para una futura migración dado que adicional a reutilizar equipamiento existente se sugiere adquirir equipos de última tecnología que en conjunto con los reutilizables harán una red robusta con todas las características deseadas según los detalles del diseño propuesto.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Como resultado del análisis de la situación actual de la red de datos del Edificio Zarzuela del IESS, se concluye que debido al incremento en el uso de tráfico de datos, ingresos a diversos sistemas, consultas a bases de datos, internet, copia de información de diferentes fuentes, es necesario actualizar la plataforma de red entre el edificio Zarzuela y sus nodos remotos analizando la opción de una red MPLS. Conforme a la investigación bibliográfica realizada sobre la tecnología MPLS, su arquitectura y funcionamiento en las redes de datos actuales, se puede observar que la misma representa una opción económica y que brinda una solución viable al manejo del tráfico en las redes de datos, con beneficios como la Calidad de Servicio, Ingeniería de Tráfico y la utilización de VPN's.
- MPLS, es una tecnología que continúa vigente, la misma que provee ventajas con respecto a las tecnologías WAN convencionales (ATM, Frame Relay), tanto a nivel económico, técnico, de flexibilidad y escalabilidad.
- MPLS, también puede aplicarse como una solución a los problemas de compatibilidad entre otras tecnologías previamente existentes, ya que permite transportar paquetes de datos en diferentes tipos de redes.
- El análisis de factibilidad realizado en la presente tesis, se concluye que el proyecto propuesto podría ser implementado por el IESS, la situación técnica permitiría su implementación, además de ser una solución económicamente asequible y tecnológicamente vigente y robusta.
- El diseño propuesto permitirá que se cuente con Calidad de Servicio (QoS), con lo cual se asegura un rendimiento óptimo en todos los servicios que

viajan en la red, a través de la clasificación del tráfico que se maneja, de acuerdo a los requerimientos que existen de ancho de banda para el tráfico de voz, datos, video y servicios web que se transporta por la red.

- Conforme al análisis de las dos propuestas planteadas para la implementación de la Tecnología MPLS en la red del Edificio Zarzuela del IEES, se concluye que la solución más viable es aquella en la que se podría reutilizar algunos de los equipos ya existentes en el backbone, lo cual económicamente tiene un valor menor más conveniente y brindaría el mismo resultado que al utilizar una estructura totalmente nueva.
- La red propuesta en esta tesis permitiría contar con la ventaja de aplicar VPNs, para establecer una conexión segura por medio de internet para los usuarios de la Institución, además de que resulta en una red privada virtual más económica, al no requerir de canales dedicados.

5.2 Recomendaciones

- Presentar a las autoridades encargadas de la aprobación del proyecto de migración a MPLS de la red y sus nodos remotos las ventajas en términos técnicos y económicos; así como también los beneficios y nuevas posibilidades de servicios al contar con MPLS.
- Mejorar en base a las consideraciones descritas en este trabajo el centro de datos, cable estructurado en el edificio y nodos remotos.
- Para contar con una adecuada disponibilidad del servicio es necesario definir en los términos de referencia para la contratación y posteriormente en los contratos de servicios con los proveedores, niveles de servicio claramente definidos.
- Dada la migración se recomienda comenzar por los nodos remotos con menor uso e impacto una vez sea satisfactoria seguir avanzando en el grado de complejidad.
- Se recomienda mejorar el centro de datos, cableado estructurado, etiquetado de equipos, actualizar diagramas. Todo esto será de mucha ayuda en caso de una posible migración y obtener los beneficios deseados.
- Tomar en cuenta el trabajo realizado como una base de consulta sobre Ingeniería de Trafico, Calidad de servicio en MPLS, pasos a considerar al migrar una red (ATM, Frame Relay) a MPLS.

BIBLIOGRAFÍA

- Engineering, M. T. (26 de junio de 2014). *MPLS Traffic Engineering*. Recuperado el 26 de junio de 2014, de MPLS Traffic Engineering:
http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/12_0s/feature/guide/TE_1208S.html#wp37345
- Flores, M. R.-G. (2006). Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS): fundamentos y aplicaciones. En M. R.-G. Flores, *Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS): fundamentos y aplicaciones*. Quito : Tesis de Pregrado- Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123>
- Flores, M. R.-G. (2006). *Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS): fundamentos y aplicaciones*. Obtenido de Protocolo múltiple por conmutación de etiquetas (MPLS): fundamentos y aplicaciones:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/1>
- http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21310/Documento_completo.pdf?sequence=1. (2010).
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21310/Documento_completo.pdf?sequence=1. Obtenido de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21310/Documento_completo.pdf?sequence=1:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/21310/Documento_completo.pdf?sequence=1
- <http://wikitel.info/wiki/OSI>. (2014). <http://wikitel.info/wiki/OSI>. Obtenido de
<http://wikitel.info/wiki/OSI>: <http://wikitel.info/wiki/OSI>
- http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones. (2014).
http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones. Obtenido de
http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones:
http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones
- <http://www.ietf.org/>. (2014). <http://www.ietf.org/>. Obtenido de <http://www.ietf.org/>:
<http://www.ietf.org/>

- http://www.redes.upv.es/oir/trasp/T1_4p_CAS.pdf. (2014).
http://www.redes.upv.es/oir/trasp/T1_4p_CAS.pdf. Obtenido de
http://www.redes.upv.es/oir/trasp/T1_4p_CAS.pdf:
http://www.redes.upv.es/oir/trasp/T1_4p_CAS.pdf
- IESS, V. A.–O. (2014). *Ver Anexo 1.1 – Organigrama del IESS*. Obtenido de Ver
Anexo 1.1 – Organigrama del IESS: Ver Anexo 1.1 – Organigrama del IESS
- MPLS, I. d. (26 de junio de 2014). *Ingeniería de Tráfico en Línea en Redes MPLS*.
Obtenido de Ingeniería de Tráfico en Línea en Redes MPLS:
<http://ie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes/publicaciones/TesisPablo.pdf>
- MPLS. (2014 de Julio de 2014). *MPLS*. . Obtenido de MPLS. :
<http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G5/aplicaciones.htm>
- Sánchez, D. R. (23 de junio de 2014,). *delado y Simulacion de un Conmutador MPLS
(MultiProtocol Label Switching) utilizando VHDL*. Obtenido de delado y
Simulacion de un Conmutador MPLS (MultiProtocol Label Switching)
utilizando VHDL: catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/document
- Velásquez Rivera, J. A. (2010). Estudio de una Red IP/MPLS para agregar servicios
de Televisión IP en Operadoras Telefónicas Fijas Tradicionales para usuarios
Residenciales mediante Tecnologías XDSL para la ciudad de Quito. En J. A.
Velásquez Rivera, *Estudio de una Red IP/MPLS para agregar servicios de
Televisión IP en Operadoras Telefónicas Fijas Tradicionales para usuarios
Residenciales mediante Tecnologías XDSL para la ciudad de Quito*. Quito :
Universidad Politecnica Nacional.
- www.biess.fin.ec. (2014). *www.biess.fin.ec*. Obtenido de www.biess.fin.ec:
www.biess.fin.ec
- www.iess.gob.ec. (2014). *www.iess.gob.ec*. Obtenido de www.iess.gob.ec:
www.iess.gob.ec

BIOGRAFÍA

Nombres y Apellidos:

Carlota Margarita Ortega Yáñez

Lugar y Fecha de Nacimiento:

Quito, 27 de diciembre de 1978

Educación Primaria:

Colegio “Giovanni Antonio Farina”

Educación Secundaria:

Colegio “Giovanni Antonio Farina”

Bachiller “Ciencias Especialización Físico Matemático”

Educación Superior:

Universidad de las Fuerzas Armadas – “ESPE”

Ingeniería en Sistemas e Informática

Títulos Obtenidos:

Suficiencia en el Idioma Inglés

BIOGRAFÍA

Nombres y Apellidos:

José Eduardo Ortega Yáñez

Lugar y Fecha de Nacimiento:

Quito, 10 de noviembre de 1981

Educación Primaria:

Colegio “Giovanni Antonio Farina”

Educación Secundaria:

Colegio “La Salle”

Bachiller “Ciencias Especialización Físico Matemático”

Educación Superior:

Universidad de las Fuerzas Armadas – “ESPE”

Ingeniería en Sistemas e Informática

Títulos Obtenidos:

Suficiencia en el Idioma Inglés

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR
ORTEGA YÁNEZ CARLOTA MARGARITA

Ortega Yánez Carlota Margarita

ORTEGA YÁNEZ JOSÈ EDUARDO

Ortega Yánez José Eduardo

DIRECTOR DE CARRERA
ING. MAURICIO CAMPAÑA

Ing. Mauricio Campaña

Sangolquí, Marzo 2015