



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE SERVICIO ENTRE LAS REDES ACTUALES Y LAS
REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN”**

TESIS DE GRADO PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

EDISON GEOVANNY PINCAY ESPINOZA

DIONICIO TARCO QUITO

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2015 -

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por darme salud y un día más de vida, seguidamente a mis padres y hermanos por todo el apoyo que me brindan día a día y por su amor incondicional.

Edison Pincay

A Dios por darme la vida, a mis padres por cuidar y enseñar, a mis hermanos y familiares por brindar su apoyo, a mis amigos por ayudar a seguir adelante, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería en Sistemas por la formación académica brindada.

Dionicio Tarco

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi madre Teresa Espinoza, a mi padre Medardo Pincay y a mis hermanos Iván, Mayra y Bryan Pincay Espinoza por el apoyo que me brindan día a día el cual me motiva a superarme como persona y como profesional.

Edison Pincay

Este trabajo dedico a mis padres por su gran esfuerzo y confianza depositada en mí, que ha sido mi fuente de motivación para lograr uno de mis objetivos de mi vida.

Dionicio Tarco

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

NOMBRES	FIRMAS	FECHA
ING. GONZALO SAMANIEGO ERAZO DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.	_____	_____
DR. JULIO SANTILLÁN CASTILLO DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS.	_____	_____
ING. PATRICIO MORENO C. DIRECTOR DE TESIS.	_____	_____
ING. PAÚL PAGUAY S. MIEMBRO DE TESIS	_____	_____
DIRECTOR DE CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____

NOTA: _____

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

Nosotros, Edison Geovanny Pincay Espinoza y Dionicio Tarco Quito, somos los responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Edison Geovanny Pincay Espinoza

Dionicio Tarco Quito

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ARP	Address Resolution Protocol
CO	Oficina Central
D-ITG	Distributed Internet Traffic Generator
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDM	Multiplexación por División de Frecuencia
GNS3	Graphic Network Simulator
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	Ip Multimedia Subsystem
IOS	Internetwork Operating System
IP	Protocolo de Internet
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
ITU	International Telecommunication Union
MAN	Metropolitan Area Network
MGC	Media Gateway Controller
MPLS	Multiprotocol Label Switching
NGN	Next Generation Networking
OSI	Open System Interconnection
OSPF	Open Shortest Path First
PPP	Point-to-point Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of service
RTP	Real-time Transport Protocol
RIP	Routing Information Protocol
SMTP	Simple Network Management Protocol

SNMP	Simple Network Management Protocol
SSH	Secure Shell
TDM	Multiplexación por División de Tiempo
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
UDP	User Datagram Protocol
VoIP	Voice over Internet
WAN	Wide Area Network

ÍNDICE GENERAL

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL	16
1.1 Antecedentes	16
1.2 Justificación	19
1.2.1 Justificación Teórica	19
1.2.2 Justificación Metodológica	20
1.2.3 Justificación Práctica.....	21
1.3 Objetivos	23
1.3.1 Objetivo General	23
1.3.2 Objetivos Específicos.....	23
1.4 Hipótesis.....	24

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LAS REDES ACTUALES Y REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN	25
2.1 GENERALIDADES DE LAS REDES DE COMPUTADORES ACTUALES	26
2.1.1 Introducción a las redes de computadores.....	26
2.1.2 Servicios que ofrece las redes de computadores	27
2.1.3 Estructura física de las redes WAN.....	30
2.1.4 Protocolos en las redes actuales	31
2.1.5 Calidad de servicio.....	34
2.2 REDES DE COMPUTADORES DE PRÓXIMA GENERACIÓN (NGN)	38
2.2.1 Introducción a las redes NGN	39
2.2.2 Servicios que ofrecen las redes NGN.....	45
2.2.2.1 Servicio de datos	46
2.2.2.2 Servicio de streaming.....	47

2.2.3	Arquitectura de las redes NGN	48
2.2.3.1	Estrato de transporte.....	48
2.2.3.2	Estrato de servicio	61
2.2.4	Protocolos utilizados en las redes NGN.....	64
2.2.4.1	Estrato de transporte.....	66
2.2.4.2	Estrato de servicio	68
2.2.5	Calidad de servicio en las redes NGN.....	70
2.2.5.1	Técnicas de QoS.....	71
2.2.5.2	Mecanismos de QoS.....	73
2.2.5.3	Herramientas	78
CAPÍTULO III		
ESTUDIO DE LA RED DE LA ESPOCH.....		83
3.1	Estructura física de la red de la ESPOCH.....	84
3.2	Topología de red	87
3.3	Servicios que ofrece la ESPOCH.....	89
3.4	Dispositivos que interconecta la red de la ESPOCH.....	93
3.5	Estudio del ISP de la ESPOCH.....	95
CAPÍTULO IV		
MARCO METODOLÓGICO.....		99
4.1	Diseño de la investigación	100
4.2	Tipo de estudio.....	101
4.3	Métodos, técnicas e instrumentos de medición.....	101
4.3.1	Método Científico	102
4.3.2	Técnicas	102
4.3.3	Instrumentos de medición	103
4.4	Procesamiento de la información	104
4.5	Ambiente de pruebas.....	105
4.5.1	Configuración del escenario de prueba en GNS3	105
4.5.2	Configuración y obtención de resultados con D-ITG	117
4.5.2.1	Servicio de Streaming	117
4.5.2.2	Servicio de Datos	122
CAPÍTULO V		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		128
5.1	Análisis de la información recabada del ISP.....	129

5.1.1	Calidad de servicio que ofrece TELCONET como portador	129
5.1.1.1	Latencia.....	130
5.1.1.2	Jitter.....	131
5.1.1.3	Pérdidas de paquetes	132
5.1.1.4	Disponibilidad de Ancho de Banda.....	133
5.1.2	Análisis cuantitativo de los parámetros de QoS con respecto al ISP	134
5.2	Análisis de los resultados obtenidos del escenario de pruebas	136
5.2.1	Servicio de Streaming	138
5.2.1.1	Latencia.....	139
5.2.1.2	Jitter.....	140
5.2.1.3	Pérdida de paquetes.....	142
5.2.2	Servicio de Datos	143
5.2.2.1	Latencia.....	144
5.2.2.2	Jitter.....	146
5.2.2.3	Pérdida de paquetes.....	147
5.2.3	Análisis de resultados.....	149
5.3	Comprobación de Hipótesis	153
5.4	Presentación de Propuesta.....	153

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. I Protocolos de encaminamiento según las capas del modelo OSI.....	32
Tabla II. II Protocolos en redes NGN	65
Tabla II. III Campo precedencia de ToS	74
Tabla II. IV Clases de servicio DiffServ	76
Tabla II. V Correspondencia ToS y DiffServ	77
Tabla III. I Ubicación de los Access Point en la ESPOCH.....	84
Tabla III. II Medios de transmisión implementados en la red de la ESPOCH.....	87
Tabla III. III Servicios de datos y streaming que ofrece la ESPOCH	89
Tabla III. IV Dispositivos que interconecta la red de la ESPOCH	93
Tabla III. V Dispositivos que forman el backbone de TELCONET	95
Tabla IV. I Características de los dispositivos emulados.....	106
Tabla IV. II Direcciones empleadas para la emulación	107
Tabla V. I Escala de Likert	129
Tabla V. II Parámetros de calidad de servicio	129
Tabla V. III Análisis Cuantitativo de los parámetros de calidad de servicio	134
Tabla V. IV Parámetros de QoS que requiere un análisis especial	135
Tabla V. V Análisis final de los parámetros de Calidad de Servicio	135
Tabla V. VI Indicadores a evaluar	137
Tabla V. VII Tabla de valoraciones	138
Tabla V. VIII Tabla de valoraciones de QoS para Streaming.....	138
Tabla V. IX Tabla comparativa de Latencia en Streaming	139
Tabla V. X Tabla comparativa de Jitter en Streaming	140
Tabla V. XI Tabla comparativa de Pérdida de paquetes en Streaming.....	142
Tabla V. XII Tabla de valoraciones de QoS para Datos	143
Tabla V. XIII Tabla comparativa de Latencia en Datos	144
Tabla V. XIV Tabla comparativa de Jitter en Datos	146
Tabla V. XV Tabla comparativa de Pérdida de paquetes en Datos	147
Tabla V. XVI Tabla de resumen de análisis de los indicadores.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escenario de prueba.....	22
Figura 2. Redes actuales vs redes NGN.....	39
Figura 3. Arquitectura NGN	48
Figura 4. Tecnologías de redes.....	52
Figura 5. Capa de acceso de NGN	55
Figura 6. Tecnología MPLS.....	57
Figura 7. Ubicación de la cabecera MPLS.....	58
Figura 8. Clases de Calidad de Servicios	72
Figura 9. Cabecera Ipv4	73
Figura 10. Campo ToS de IP.....	74
Figura 11. Campo DS (ToS) de IP en DiffServ	75
Figura 12. Intranet de la ESPOCH.....	86
Figura 13. Topología de red ESPOCH.....	88
Figura 14. Red con Telefonía IP	91
Figura 15. Servicios de control biométrico	92
Figura 16. Diseño lógico de la Intranet de la ESPOCH.....	94
Figura 17. Modelo de 3 capas del backbone de TELCONET	96
Figura 18. Ambiente de Prueba.....	106
Figura 19. Asignación de Direcciones IP.....	109
Figura 20. Configuración OSPF.....	110
Figura 21. Configuración MPLS.....	112
Figura 22. Sincronización entre OSPF y MPLS	113
Figura 23. Configuración de las maquinas emuladas.....	114
Figura 24. Configuración de Adaptadores de red	115
Figura 25. Configuración de dirección IP en la maquina física	115
Figura 26. Configuración de dirección IP en la máquina virtual	116
Figura 27. Verificación de conexión entre maquina física y virtual	116
Figura 28. Definición de flujo del emisor para Streaming sin QoS	117
Figura 29. Ajuste del emisor para Streaming sin QoS	118
Figura 30. Definición de flujo del receptor para Streaming sin QoS	118
Figura 31. Ajuste del receptor para Streaming sin QoS.....	119
Figura 32. Analizador del receptor para Streaming sin QoS.....	119
Figura 33. Resultados del receptor para Streaming sin QoS.....	120

Figura 34. Ventana TOS/DS para aplicar QoS en Streaming	120
Figura 35. Definición de flujo del emisor para Streaming con QoS	121
Figura 36. Definición de flujo del receptor para Streaming con QoS	121
Figura 37. Resultados del receptor para Streaming con QoS.....	122
Figura 38. Definición de flujo del emisor para Datos sin QoS	123
Figura 39. Definición de Flujo del receptor para Datos sin QoS	123
Figura 40. Resultados del receptor para Datos sin QoS.....	124
Figura 41. Ventana TOS/DS para aplicar QoS en datos	124
Figura 42. Definición de Flujo del emisor para datos con QoS	125
Figura 43. Definición de Flujo del receptor para datos con QoS	125
Figura 44. Resultado del receptor para Datos con QoS	126
Figura 45. Análisis de Latencia.....	130
Figura 46. Análisis de Jitter	131
Figura 47. Análisis de Pérdida de Paquetes	132
Figura 48. Análisis de Disponibilidad de Ancho de Banda	133
Figura 49. Rango de Aceptabilidad de QoS.....	136
Figura 50. Gráfico comparativo de Latencia en Streaming	139
Figura 51. Gráfico comparativo de Jitter en Streaming	141
Figura 52. Gráfico comparativo de Pérdida de paquetes en Streaming	142
Figura 53. Gráfico comparativo de Latencia en Datos.....	145
Figura 54. Gráfico comparativo de Jitter en Datos	146
Figura 55. Gráfico comparativo de Pérdida de paquetes en Datos	148
Figura 56. Resultado de análisis entre red actual y red NGN	150
Figura 57. Arquitectura de red NGN.....	153
Figura 58. Salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP	154

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo constante de la tecnología surge la demanda de arquitecturas de redes, tecnologías, protocolos, dispositivos y medios de transporte, tanto para los servicios tradicionales como emergentes sobre el Internet, donde cada uno de ellos requiere un tratamiento especial para el cumplimiento de sus funciones de manera eficiente; para que la información (datos o streaming) llegue al cliente en el menor tiempo posible, es necesario analizar los factores que afectan a los paquetes que viajan a través de la red (parámetros de QoS), una vez determinado los factores incidentes para proceder a buscar soluciones que mitiguen (mecanismos de QoS); mediante el uso de herramientas que permiten aplicar un mecanismo de QoS sobre los escenarios de prueba, es posible verificar el mejoramiento de la calidad de servicio.

Una arquitectura que posibilita la convergencia de redes y servicios se denomina NGN conjuntamente con otras tecnologías como MPLS que se encuentra ubicado en el núcleo de la red, la misma que permite enrutamiento basado en etiquetas, QoS e Ingeniería de Tráfico; la EITF ha definido un mecanismo de calidad de servicio (QoS) denominado DiffServ, caracterizado por ser robusto y escalable, basado en la clasificación de servicios y asignación de prioridades, mejor que el estándar ToS del paquete IP; un software libre denominado GNS3 permite la emulación de dispositivos de red reales para los escenarios de prueba, de la misma forma con el software D-ITG es posible emular tráfico reales sin que sea necesario implantar servicios y/o servidores reales, de esta forma, probar el mejoramiento de la calidad de los servicios aplicando el mecanismo de QoS y sin ella.

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un análisis comparativo de la Calidad de Servicio de datos y streaming entre las redes actuales (salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP) y redes NGN, mediante escenarios de prueba con las herramientas GNS3 y D-ITG para determinar cuál de las dos redes ofrecen mejor calidad de servicio.

El Capítulo I (Marco Referencial), se define los antecedentes, la justificación, los objetivos y se plantea la hipótesis para su posterior comprobación.

En el Capítulo II (Marco Teórico), comprende el estudio de las redes actuales y NGN tomando en cuenta los aspectos más importantes como: servicios que ofrecen, arquitectura, protocolos, técnicas y herramientas utilizadas para medir QoS.

El Capítulo III, describe sobre el estudio de la red de la ESPOCH, donde se enmarca temas como: estructura física de la red, servicios que ofrece, dispositivos que interconecta la red la institución y estudio acerca del ISP.

En el Capítulo IV (Marco Metodológico), se describe el proceso de obtención de resultados de parámetros de calidad de servicio con mecanismo de QoS y sin el mismo, mediante los siguientes procesos: diseño de la investigación, tipo de estudio, métodos, técnicas o instrumentos de estudio, validación de instrumentos, procesamiento de la información y ambientes de prueba.

El Capítulo V (Resultados y Discusión), presenta los datos obtenidos de los parámetros de QoS para efectuar el análisis, interpretación de resultados y comprobación de hipótesis de investigación, y finalmente se emite una propuesta.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

Las redes de Próxima Generación (NGN) integran múltiples tecnologías que permite mejorar los servicios que ofrecen a sus usuarios, además cuenta con una arquitectura de red propia que garantiza la eficiencia de la misma.

Se han realizado estudios relacionados sobre las redes NGN en la ciudad de Riobamba que han aportado mucho en la investigación, tales como: “Estudio y análisis de la factibilidad para la implementación de un anillo de fibra óptica en la ciudad de Riobamba orientada a redes NGN investigado en CNT-EP”[1], la misma que consta de: Estudio de las diferentes tecnologías, medios de transmisión y arquitecturas de las redes NGN que se ajustan y convergen con la infraestructura física y tecnológica del backbone; Establecimiento de la factibilidad del proyecto considerando todas las

normas, protocolos y estándares técnicos y de calidad; Diseño físico y lógico del anillo o anillos de fibra óptica de acuerdo al estudio.

Dentro de las investigaciones a nivel del país realizado con las redes NGN tenemos: “Análisis de implementación y recomendación de soluciones corporativas de comunicaciones unificadas NGN Based con Business Communications Manager (BCM) de NORTEL” [2], los puntos abordados son: la forma en que se integra el sistema a una red NGN de un operador de servicios, un análisis de factibilidad a nivel empresarial, y una guía de recomendación de soluciones de Comunicaciones Unificadas. Otra tesis es: “Diseño de un Nodo de Acceso de voz, datos y video para la red de Nueva Generación de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública C.N.T. E.P. en la ciudad del Coca” [3], dentro del estudio contempla: análisis previo de requerimientos técnicos; una comparación técnica y económica de los equipos existentes en el mercado de dos compañías que los ofrecen; además de un análisis de los diferentes tráficos correspondientes a los servicios a ofrecer.

Las redes NGN han producido un gran impacto a nivel nacional e internacional debido a su estructuración e implementación, por lo cual se debe realizar estudios sobre el comportamiento en el tráfico de datos en las horas picos para poder apreciar la calidad de servicio que pueden ofrecer las redes NGN. Actualmente los servicios son ofrecidos por medios físicos independientes, donde la implantación y la magnitud del cableado requieren de mayor presupuesto y mantenimiento.

El Proveedor de servicio de Internet de la Institución es TELCONET, el cual brinda doble servicio por medio de un enlace físico de fibra óptica, utilizando dos tipos de canales

uno de estos canales utiliza Red Clara (red universitaria) con un ancho de banda de 450 MB, utilizados para investigación; el otro canal es para el uso de Internet comercial, que ofrece a la Institución un ancho de banda de 400 MB.

Previo a un análisis acerca de los estudios realizados sobre los distintos problemas de las redes actuales, se ha identificado que uno de los problemas de mayor impacto es el ofrecimiento de la calidad de servicio (QoS) de transferencia de Datos y Streaming en comparación con las redes NGN.

El análisis de la calidad de servicio constará de los siguientes ítems:

- ✓ Estructura física de las redes actuales y redes de Próxima Generación.
- ✓ Protocolos utilizados para el encaminamiento en la red actual y red NGN.
- ✓ Mecanismo de calidad de servicio utilizado en las redes actuales y redes NGN.

Para la verificación de la calidad de servicio de transferencia de datos y streaming en las redes actuales y redes de Próxima Generación, se utilizará un emulador para implementar los escenarios de prueba, una herramienta para inyectar tráfico a las redes emuladas las cuales arrojarán respuestas para la verificación de calidad de servicios según los indicadores o parámetros de medición. El escenario de prueba se tomará como base la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN que se conecta con la red del ISP. Se escogió este escenario debido a que las NGN se acoplan a la arquitectura de red WAN y no a la arquitectura de red LAN como es el caso de la ESPOCH.

¿Cómo la falta de calidad de servicio (QoS) no garantiza la transmisión de ciertos datos en un tiempo dado, afectando la capacidad de ofrecer un buen servicio en la red de la ESPOCH?

- ✓ ¿Qué calidad de servicio en transferencia de datos y streaming ofrecen las redes actuales?
- ✓ ¿Qué calidad de servicio en transferencia de datos y streaming ofrecen las redes de Próxima Generación?
- ✓ ¿Cómo están estructuradas físicamente las redes de Próxima Generación?
- ✓ ¿Cómo es el comportamiento del tráfico en las redes de Próxima Generación?
- ✓ ¿Qué tipos de mecanismo de calidad de servicios son utilizados en las redes actuales y en las redes de próxima generación?

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación Teórica

“En la actualidad, el tráfico de red es muy diverso, cada tipo de tráfico tiene requerimientos específicos en términos de ancho de banda, jitter, latencia y disponibilidad” [4]. Los operadores de redes obtienen Calidad de Servicio (QoS) punta a punta al asegurar que los elementos de la red aplican un tratamiento constante a los flujos de tránsito mientras éstos atraviesan la red [4].

La creciente tendencias de globalización, estandarización y avance tecnológico que requiere una comunicación instantánea, mediante distintos dispositivos hace que las

redes busquen la manera de suplir estos requerimientos, y es el resultado de esto la idea de NGN.

Las redes NGN es la nueva tecnología de transmisión de datos permitiendo la minimización de recursos, costos de mantenimiento, tiempo de vida de la red, maximización de la eficiencia y lo más importante la admisión de integración de nuevos servicios en el transcurso de la estabilización de la red.

Para la robustez de esta nueva definición o arquitectura de la red NGN, como lo denominan muchos especialistas en el área de redes, es necesaria la intervención de muchos estudios, de distintos aspectos, puntos de vista y especialidades relacionadas. Existen investigaciones de dichas redes como: el aspecto físico de la NGN con fibra óptica en redes de telecomunicaciones, conceptualización general de estas nuevas redes, tipos de servicios que pueden ofrecer estas redes, factibilidad de la implantación, composición arquitectónica de la red, entre otras; este análisis permite la necesidad del estudio del QoS en las redes NGN.

1.2.2 Justificación Metodológica

Para la calidad de servicio en las redes NGN se utilizará técnicas y herramientas, las cuales ayudarán a evaluar la calidad de servicio en cuanto a disponibilidad de ancho de banda, pérdidas de paquetes, retardos y jitter.

Se utilizará una técnica denominada técnica activa, donde se inyecta tráfico en la red con el objetivo de realizar las medidas y verificar la latencia, jitter y pérdida de paquetes, se aplicará unidireccionalmente.

Se utilizará una herramienta de emulación de red denominada GNS3 la cual permitirá emular los escenarios de prueba donde se inyectará tráfico para su respectivo análisis.

Además se utilizará una herramienta de aplicación libre denominada D-ITG que permitirá inyectar tráfico en las redes emuladas; se ha escogido esta herramienta debido a que es capaz de producir tráfico a nivel de paquetes con gran exactitud, soporta generación de tráfico IPv4 e IPv6 y es capaz de generar tráfico a nivel de red, transporte y aplicación.

También se tomará en cuenta los equipos de transmisión y comunicación (routers y otros dispositivos de red), sin importar la estructura de la red, se utilizará protocolos de comunicación que han sido agrupados en forma genérica en un modelo de capas llamado TCP/IP.

1.2.3 Justificación Práctica

En el Ecuador ha sufrido grandes cambios en el ámbito tecnológico de telecomunicaciones, es así que hasta el momento se ha implementado la tecnología NGN en los backbones principales del país, con una tendencia a expandir en el transcurso del tiempo.

Uno de los problemas en la migración tecnológica es el costo y el tiempo que conlleva para la implementación de la misma, por lo cual es necesario evitar dichos problemas mediante estudios previos que indiquen o garanticen los servicios prestados actualmente y permitan ofrecer mejor calidad de servicio.

La verificación del estudio se realizará mediante un escenario de prueba, utilizando un emulador de red y una herramienta de inyección de tráfico para el análisis de calidad de servicio de datos y streaming, estas herramientas permitirán sacar estadísticas de calidad de servicio mediante el tráfico emitido desde una máquina física (emisor) hacia un computador virtual (receptor) atravesando por la red emulada.

A continuación en la figura 1, se presenta el diseño de la red a ser emulada en la cual se implementará protocolos, mecanismos de QoS que ayudarán en el respectivo análisis.

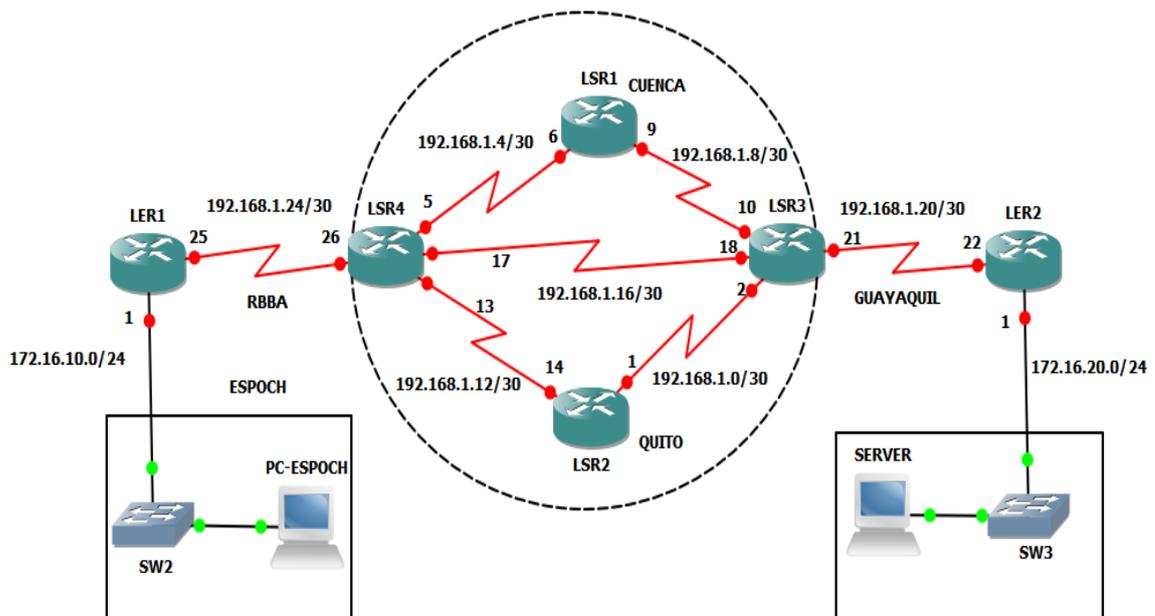


Figura 1. Escenario de prueba

Fuente: Propia

Este estudio forma parte del Plan Nacional del Buen Vivir que impulsa el gobierno nacional, ubicado en el objetivo 2 (Mejorará las capacidades y potencialidades de la ciudadanía) y política 7 (Promover el acceso a la información y a las nuevas tecnologías de la información y comunicación para incorporar a la población, a la sociedad de la información y fortalecer el ejercicio de la ciudadanía); de la misma manera forma parte de las líneas de investigación (Tecnologías de la información, comunicación y procesos industriales) y programas (Programa de conectividad y telecomunicaciones para la sociedad de la información y conocimiento) de la ESPOCH.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de la calidad de servicio de transferencia de datos y streaming que ofrece las redes actuales en comparación a las redes de Próxima Generación, para conocer cuál de las dos redes ofrece mejor calidad de servicio.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Estudiar las redes de computadores actuales y las redes de computadores de Próxima Generación (NGN).
- ✓ Analizar el funcionamiento y estructura de redes emuladas, utilizando parámetros, técnicas y herramientas.
- ✓ Analizar la red actual de la ESPOCH para recabar información de la red referente al manejo de transferencia de datos y streaming, y emular escenarios de la red actual y de una red NGN.

- ✓ Evaluar la calidad de servicio de la red actual de la ESPOCH y la red NGN emulada de la ESPOCH.

1.4 Hipótesis

El análisis comparativo de la red emulada de la ESPOCH actual y red de Próxima Generación, permitirá demostrar que las redes de Próxima Generación ofrecen mejor calidad de servicio de transferencia de datos y streaming.

Variable dependiente de medición: calidad de servicio

Variable independiente: El análisis comparativo de la red emulada de la ESPOCH actual y red de Próxima Generación.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LAS REDES ACTUALES Y REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN

Se hace un estudio de las redes de computadores actuales y redes de Próxima Generación (NGN), donde en las redes actuales se estudia: los servicios que ofrecen, en especial de Datos y Streaming; estructura de una red WAN, protocolos según la capa del modelo OSI, parámetros de calidad de servicios tales como Latencia, Jitter, Perdida de Paquetes, los mismos que son utilizados para el análisis de la red actual y red NGN; mecanismos de calidad de servicio tales como DiffServ, IntServ y Best-Effort. En lo referente a las Redes de Próxima Generación se hace un estudio similar a las redes actuales según la arquitectura de red NGN, la cual está basada en un modelo de 4 capas tales como: Servicio, Gestión, Núcleo y Acceso a terminal. Se estudian las Herramientas GNS3 y D-ITG que sirven para la emulación e inyección de tráfico respectivamente.

2.1 GENERALIDADES DE LAS REDES DE COMPUTADORES ACTUALES

2.1.1 Introducción a las redes de computadores.

Las redes de computadores actuales agrupan dispositivos, herramientas y sistemas de comunicación que han ido evolucionando desde la aparición del teléfono tradicional; el cual fue diseñado únicamente para transmitir voz, hoy en día es utilizado para conectar múltiples computadores entre sí. Estas redes están constituidas por un grupo de ordenadores interconectados, donde se puede compartir una serie de dispositivos de hardware, archivos, aplicaciones en línea, juegos en red que han sobresalido y son muy requeridos actualmente. Desde entonces han aparecido las redes LAN, MAN, WAN, las cuales pueden conectar dispositivos locales, ordenadores localizados en otras ciudades, dentro y fuera del país conectando varios continentes gracias a la implementación de satélites, etc.

Las redes de computadores son de gran utilidad e importancia en los hogares, hace poco tiempo solo eran utilizados para transcribir texto y manipular ficheros en un mismo ordenador, actualmente ha evolucionado su uso debido a la implementación de la red de redes denominada Internet que permite compartir información, acceder remotamente a ficheros, realizar comercio electrónico y publicidad que satisfacen a grandes empresas. Las personas pueden trabajar mientras están viajando debido a los dispositivos portátiles, con los cuales pueden realizar o recibir llamadas telefónicas, navegar en la WEB, etc. Una de las implementaciones que han sobresalido son las famosas video llamadas, conferencia en tiempo real, las cuales han facilitado la vida de las personas y ahorro de grandes cantidades de dinero, evitando viajes innecesarios.

En la actualidad todas las empresas cuentan con una estructura de red para manejar su información debido a que aumenta su competitividad, gracias al incremento de la tecnología no es complicado configurar una red solo se debe disponer de dispositivos que se acoplen de tal manera que permita proteger la información de la empresa y producir ingresos de manera inmediata.

2.1.2 Servicios que ofrece las redes de computadores

En la actualidad las redes juegan un gran papel en las empresas, hogares, instituciones educativas, etc. Esto se debe al placentero servicio que brindan a los usuarios, a continuación se enuncian los básicos.

a) Servicios de Datos: Las redes proporcionan varios servicios para la comodidad del usuario, uno de estos es la manipulación de ficheros (datos) los cuales pueden ser leídos, copiados, modificados, creados, borrados y ejecutados en un mismo ordenador o cualquier otro que se encuentre interconectado en la red.

Cuando se interconectan clientes en una red WAN utilizando dispositivos de red (routers, switch de capa 3) y enlaces físicos (fibra óptica) para la transferencia de información desde el emisor hacia el receptor, se puede compartir datos y recursos importantes sin importar la ubicación de los usuarios.

Para implementar dichos servicios, es necesario 3 elementos:

✓ **El servidor FTP:** Debe estar ubicado en un lugar libre de polvo el cual debe ser manipulado para un respectivo mantenimiento. Es el motor principal donde se sube y se descarga archivos por medio de la red.

- ✓ **Equipo emisor de archivos:** Es el cliente que interactúa con el servidor FTP para subir archivos.
- ✓ **Equipo receptor de archivos:** Es el cliente que interactúa con el servidor FTP para descargar o bajar archivos.

b) Servicios Streaming: Es un tipo de servicio de distribución multimedia a través de redes de computadores, el cual permite manipular ficheros de audio y video en paralelo. Esto significa que se puede escuchar la música u observar el video mientras se está descargando, sin la necesidad de esperar que toda la información se baje del Internet.

A continuación se describirá el funcionamiento del servicio streaming:

- ✓ **Conexión con el servidor Streaming:** El cliente que requiere de la información realiza una conexión remota con el servidor streaming, el cual empieza a entregar el archivo de audio o video.
- ✓ **Buffer:** Cuando el servidor envía la información y el cliente empieza a recibir el archivo de audio o video, se construye un contenedor o buffer el cual almacena los archivos requeridos.
- ✓ **Inicio de la reproducción:** Cuando el contenedor o buffer empieza almacenar la información, el reproductor del lado del cliente empieza a reproducir el archivo mientras se sigue descargando todo los datos.

c) Servicios Multimedia: Un servicio multimedia es aquel que permite manipular archivos desde un repositorio, donde los usuarios acceden a textos, gráficos, audio y video.

- d) Servicios de base de datos:** Si un ordenador cuenta con una base de datos, los usuarios pueden acceder a ella y realizar cualquier tipo de consultas, ingresar, eliminar y editar información siempre y cuando dicho ordenador esté conectado a la red y tenga los permisos necesarios.
- e) Servicios de Backup:** En las grandes corporaciones y empresa están utilizando el servicio de copias de seguridad o backup, gracias a este servicio pueden mantener en un estado seguro la información que sea considerada valiosa. Para que se cumpla lo mencionado es importante mantener la información respaldada en otro servidor u ordenador el cual debe estar conectado en red.
- f) Servicios de WEB:** Este tipo de servicio es uno de los más consumidos debido a la adquisición de información que se obtiene por medio de los sitios web provistos por la Internet, donde cada usuario puede leer y ejecutar páginas web que se encuentran en servidores dispersos por todo el mundo los cuales proporcionan servicios de datos, imágenes, video, etc.
- g) Servicios de E-mail:** Este servicio es utilizado para compartir, enviar, recibir y guardar información, etc. Para lo cual se utilizará un servidor de correo electrónico que permitirá manipular la información gracias a dispositivos y softwares apropiados. El usuario o cliente puede utilizar su información siempre y cuando esté conectado al servidor de correos.

2.1.3 Estructura física de las redes WAN

Las redes de computadores conforman una estructura física y lógica para la transferencia de información o paquetes dentro de un conjunto de ordenadores en red. Se puede identificar una red considerando lo siguiente:

- ✓ Una red cuenta con elementos y dispositivos físicos tales como: medios de transmisión, sistema de comunicación, terminales, abonados, entre otros dispositivos.
- ✓ Cuenta con una topología física que es indispensable según la estructura de la empresa, Institución, etc.
- ✓ Dispone de un conjunto de normas para la utilización de protocolos de red según el modelo de referencia que se requiera.

Una estructura de red WAN básicamente cuenta con un grupo de dispositivos de red sofisticados que permiten la comunicación con equipos que se encuentran posiblemente en diferentes ciudades o países, este tipo de redes transporta diferente tipos de tráfico como datos, voz y video.

La estructura física de la WAN generalmente cuenta con los siguientes componentes:

- a) CPE (Equipo Local del Cliente):** Elementos de red y medios físicos interno ubicados en las instalaciones del cliente y entrelazados con un canal de telecomunicaciones de un proveedor de servicios de Internet.

- b) DCE (Equipo de terminación de circuito de datos):** Proporciona una interfaz para enlazar suscriptores a un enlace de red WAN. Remite los datos desde el bucle.
- c) DTE (Equipo terminal de datos):** Elementos de red del cliente por el cual transfieren la información del cliente hacia la red WAN. Se vincula al bucle local a mediante el DCE.
- d) Punto de demarcación:** Es el punto donde se separan los dispositivos de red del cliente con los del proveedor de servicios.
- e) Bucle local:** Medios físicos telefónicos o de fibra óptica que conecta el CPE del cliente a la oficina central del proveedor de servicios de Internet.
- f) CO (Oficina central):** Es el espacio donde se localiza la Instalaciones o edificios del proveedor.

2.1.4 Protocolos en las redes actuales

Para una correcta transmisión de información a través de las redes de computadores se debe unificar los diferentes tipos de protocolos y trabajar conjuntamente, esto se denomina pilas de protocolos que son reunidos para satisfacer los requerimientos según la red establecida. El modelo OSI está basado básicamente en 7 capas, donde cada una de ellas cumple con funciones específicas y son de gran apoyo al momento de ofrecer servicio, debido a que cada capa ofrece un tipo de servicio a su respectiva capa superior.

Para una mejor apreciación del modelo de protocolos de comunicación según las capas del modelo OSI véase en la Tabla II.I.

Tabla II. I Protocolos de encaminamiento según las capas del modelo OSI

Modelo referencial OSI	PROTOCOLOS
Capa de aplicación	RTP, RTCP, RSVP, LDAP, IntServ, DiffServ
Capa de sesión	MGCP, H.323, H.248 (Megaco), SS7, SIP, SIGTRAN
Capa de transporte	TCP, UDP
Capa de red	OSPF, RIP, IGRP, EIGRP, BGP, IPV4, IPV6
Capa 2.5	MPLS, LDP, TDP, RSVP
Capa de enlace de datos	LAPB, LAPF, LAPD, MEN, ETHERNET, TOKENRING, PPP, HDLC
Capa física	PLC, SDLC, SDH/SONET, DWDM

Fuente: Propia

- a) **OSPF:** Es un tipo de protocolo de encaminamiento donde su función principal es escoger la ruta más corta para la transferencia de información a través de la red, donde toma en cuenta la congestión de los enlace para la selección de rutas.
- b) **TCP:** Es un protocolo de capa de transporte orientado a la conexión, permite la transferencia de información desde el emisor pasando por la red hasta llegar al receptor; garantiza que la información transmitida no se pierda y llegue completa.
- c) **UDP:** Es un protocolo de capa de transporte no orientado a la conexión, el cual no garantiza que la información llegue completa y libre de fallas, lo que le entereza es el tiempo de transmisión de información.

d) FTP: Es un protocolo de capa de aplicación que ofrece servicios de archivos emitidos por la red utilizado al momento de que un cliente solicita algún tipo de archivo como: documentos, audio, imagen, etc. Empleando la arquitectura cliente/servidor.

e) MPLS (MultiProtocol Label Switching): “Es un mecanismo de transferencia de información estándar creado por la IETF y definido en el RFC 3031. Trabaja entre las capas de enlace de datos y red del modelo de referencia OSI” [5].

Fue diseñado para unir servicios de transportación de datos en las redes de conmutación de circuitos y redes de conmutación de paquetes. Se lo emplea para el transporte de diferentes tipos de tráfico de información tales como: datos, videos, voz.

Brinda a los datagramas de cada flujo una etiqueta propia que permite una comunicación rápida en los nodos intermedios (solo observa la etiqueta, no la dirección del receptor), basadas en criterios de prioridad y/o calidad [5].

Las principales aplicaciones de MPLS son:

- ✓ Utiliza funciones de ingeniería de tráfico (a los flujos de cada usuario se les asocia una etiqueta diferente) [5].
- ✓ Emplean políticas de enrutamiento entre dispositivos de red.
- ✓ Cuenta con servicios de VPN (Redes privadas virtuales).
- ✓ Se emplean en servicios que requieren QoS.

Para la transferencia de datos y paquetes por medio de la red MPLS se utiliza túneles o caminos para la transmisión de paquetes IP denominados LSP, el cual se encuentra conformado entre los extremos de los nodos.

MPLS utiliza un interesante modelo de conmutación de paquetes el cual está basado en etiquetas, se encuentra localizada en la capa implícita 2.5, es decir entre la capa 2 y 3, las etiquetas son asignadas justo antes de ingresar a la red MPLS adicionando a los paquetes una cabecera MPLS, las etiquetas son retiradas cuando los paquetes salen de dicha red.

2.1.5 Calidad de servicio

Los métodos de medición de calidad de servicio son empleados en las redes de computadores para conocer si en dichas redes ofrecen una buena calidad de servicio, empleando parámetros de QoS tales como: Latencia, Jitter, Pérdida de Paquetes; los mismos que apoyan en el análisis de la red.

Para el ofrecimiento de QoS hacia los usuarios, el ISP establece mecanismos que garantizan un excelente servicio.

Parámetros que definen la Calidad de Servicio

Para definir la calidad de servicio de transferencia de datos y streaming en una red se establece un grupo de parámetros tales como:

- a) Latencia:** “Se refiere al retardo de la información que es transmitida en el la red, estos retardos se da en lo nodos debido a factores como: colapso de la red, fallo de nodos, cuando se cae un enlace, etc.” [6]

El retardo en la red MPLS para los servicio de datos y streaming utiliza una conmutación por etiquetas escogiendo caminos cortos en vez de direcciones de red. Además proporciona a los datagramas de cada flujo una etiqueta única que permite una conmutación rápida en los nodos intermedios (solo toma en cuenta la etiqueta y no la dirección de destino) [5].

- b) Jitter:** “Es la variación de retardo de los paquetes en los nodos de la red los cuales pueden variar según el tráfico de información, el estado de dispositivos, entre otros factores que afectan la transferencia de paquetes.” [6]

Un retardo de un paquete de datos o video varía impredeciblemente en lo referente a la posición que ocupa en los nodos a lo largo del camino entre el emisor y receptor de información, esto se debe a que algunos paquetes son enviados por otros enlaces o caminos, sin embargo deben llegar a un mismo destino y acoplarlo de la misma manera que fue enviado. Este tipo de parámetro afecta más a los paquetes de audio y video disminuyendo su calidad de transferencia en la red.

- c) Pérdida de Paquete:** “Se refiere al descarte de información o paquetes en la red debido a las fallas de los dispositivos de red, exceso de tráfico, mala administración de los nodos, etc.” [6]

La pérdida de paquetes también depende del protocolo de capa de transporte que se esté utilizando los cuales pueden ser TCP o UDP, donde TCP asegura que los

paquetes lleguen a su destino sin importar el tiempo de transmisión, este protocolo es más utilizado para la transferencia de datos; en cambio el protocolo UDP asegura que los datos lleguen en un buen tiempo pero no toma en cuenta si los paquetes llegan completos, este tipo de protocolo es empleado para el servicio de Streaming.

- d) Ancho de Banda:** “Puede ser definido como un grupo de información que se puede transmitir por medio de enlaces de red en un determinado tiempo de transferencia. Mientras más ancho de banda exista, más datos pueden ser transmitidos.” [6]

Mecanismos de Calidad de Servicio

Son empleados para ofrecer calidad de servicio a los usuarios de la red los cuales garantizan la entrega de paquetes.

- a) Diffserv (Servicios Diferenciados):** Emplea un método que garantiza la calidad de servicio en las redes WAN, empleando políticas y mecanismos en el backbone MPLS, asignando prioridad a los paquetes según la clase respectiva.

En las redes de computadores de próxima generación se profundizará la explicación del método de calidad de servicio Diffserv debido a que es uno de los mejores para proporcionar QoS.

- b) IntServ (Servicios Integrados):** A igual que DiffServ es un mecanismo de QoS que son empleados en las grandes redes (WAN), cuenta con una arquitectura propia de protocolos que garantiza la eficiencia en la red. Este modelo cuenta con los

servicios de Best-Effort, tiempo real y compartición controlada de los medios de transmisión mediante la reserva de los recursos en cada sesión siendo examinados los archivos de datos para la asignación de reservas de recursos.

- c) Mejor esfuerzo posible (Best Effort Service):** Es el mecanismo de QoS más básico que existe, es el que se emplea por defecto en las redes de computadores su función principal es la transferencia de información en el mejor tiempo posible.

2.2 REDES DE COMPUTADORES DE PRÓXIMA GENERACIÓN (NGN)

En los primeros años de la era de las telecomunicaciones, tomó gran fuerza la telefonía como la tecnología PSTN, la misma que fue creado principalmente con el objetivo de transmisión de voz; al pasar los años se desarrollaron también paralelamente otras tecnologías como televisión por cable, tecnologías móviles, Internet, entre otras; desde que el Internet ha tenido avances gigantescos en pocos años, ha obligado algunas tecnologías quedar obsoleta o que cada vez está en decadencia como el uso de fax, mientras que a otras tecnologías ha obligado indirectamente a buscar mecanismos de compatibilidad o comunicación con la gran red mundial que es la Internet, uno de estos casos es la telefonía móvil que está rompiendo las barreras de que solamente podía transmitir voz y texto plano, con el lanzamiento de nuevos teléfonos inteligentes basados en paquetes, con la visión de tener a nuestro alcance una variedad de recursos y servicios en cualquier lugar y a cualquier hora; tecnologías como la PSTN ha buscado también mecanismo de escalabilidad para la transmisión de datos, a pesar de haber logrado en cierta magnitud, no cumple con los requerimientos más exigentes del usuario que va en aumento cada día.

En virtud de que muchas empresas han invertido gran cantidad de recursos en las tecnologías usadas actualmente, sería necesario realizar otra inversión significativa a las tecnologías emergentes, con el objetivo de tener competitividad en el mercado, sistemas de comunicaciones inmediatas, disponibilidad y seguridad de información de la empresa; con la finalidad de salvaguardar pérdidas económicas a las empresas, diferentes organismos que regulan el desarrollo y distribución de tecnologías y

dispositivos de telecomunicaciones han optado por buscar estrategias de comunicación entre las redes tradicionales y las nuevas tendencias tecnológicas, es ahí donde surge las Redes de Próxima Generación (NGN), para contrarrestar la dificultad de comunicación entre las diferentes redes.

2.2.1 Introducción a las redes NGN

Una de las principales razones de la idea de NGN es la interacción de múltiples tecnologías posibilitando la comunicación entre ellos mediante dispositivos y protocolos que permita esta convención; para llevar a cabo esta integración la NGN plantea un nuevo modelo de arquitectura diferentes a las tradicionales como es el modelo OSI y el TCP/IP, de la misma manera requiere la cooperación o asociación de otras tecnologías emergentes como MPLS y otras tecnologías que posibilitan la convergencia de servicios, redes de transporte y tecnologías de acceso (Figura 2).

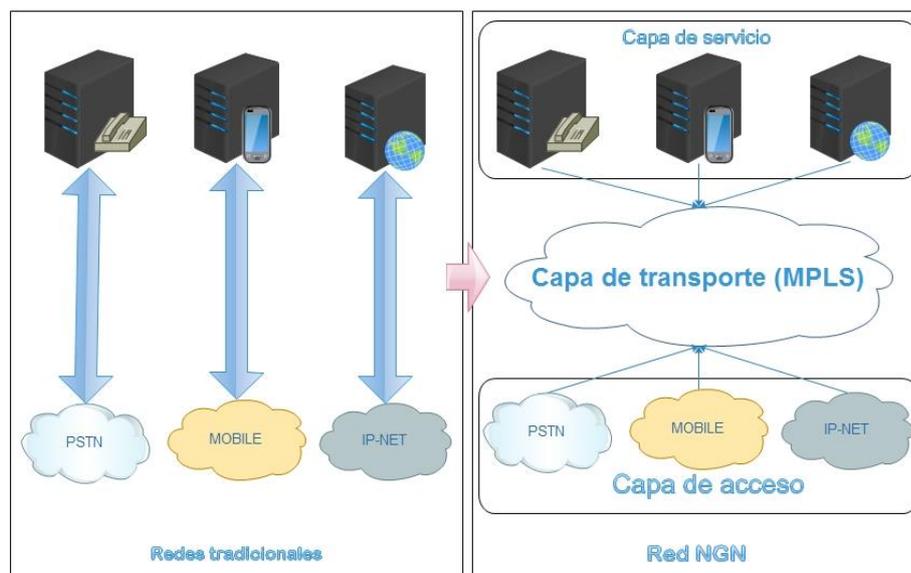


Figura 2. Redes actuales vs redes NGN

Fuente: Propia

Las redes NGN abren gran mercado a múltiples sectores:

- ✓ A los proveedores de servicios demandando acoplarse a esta tecnología de red, posibilitando mayor utilidad a sus empresas.
- ✓ Para los usuarios finales o clientes de los proveedores de servicio obtienen mayor beneficio, teniendo la posibilidad de acceso desde cualquier tipo de dispositivo con acceso a Internet a una variedad de servicios a su disposición en cualquier lugar y en cualquier momento.
- ✓ Otro segmento del mercado como los profesionales de desarrollo de aplicaciones móviles, webs, etc. Tienen un mercado por explotar, desarrollando y poniendo a la disposición de las empresas y clientes, las diferentes aplicaciones que pueda facilitar sus vidas en diferentes campos como el trabajo (transferencia bancaria electrónica, trabajo colaborativo, gestión de empresas, etc.), en el hogar (control de temperatura, sistemas de alarmas, guías de cocina, programación de electrodomésticos, etc.), e incluso para el ocio (video juegos en red, periódico electrónico, salas chat, etc.).

La disponibilidad de los servicios electrónicos también conlleva a la vulnerabilidad de la información tanto de los proveedores como de los usuarios, a medida que ha avanzado la tecnología también han ido evolucionado los delincuentes del ciberespacio en su gran variedad, mediante robo de credenciales a usuarios de cuentas electrónicas bancarias, comercio electrónico ilícito, acceso a informaciones confidenciales de las empresas y gobiernos de los países, entre otros ataques de gran magnitud.

En constancia de los atentados electrónicos, la NGN ha puesto gran prioridad en el tráfico de la información a través de la red mediante mecanismos como QoS, permitiendo proporcionar un trato preferente a un determinado servicio, de esta forma incrementar la eficiencia de dichos paquetes sobre la red.

Definición

Hay múltiples definiciones acerca de las redes NGN dadas por las organizaciones relacionadas como la ITU, ETSI, entre otras; Una definición amplia de la NGN es de la ITU-T, dada a continuación.

Red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS (calidad de servicio), y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios. [7][17][24].

La definición dada por la ITU-T es el objetivo o la visión planteada para la NGN, sin embargo desde su concepción ha tenido que trabajar arduamente con las mejoras continuas hasta alcanzar su objetivo, esto significa que está todavía en evolución o que aún no ha llegado a su madurez, pero cabe destacar que NGN ya no es teoría simplemente hasta ahora, su implantación se extiende cada día a nivel mundial.

Características de la NGN

La misma ITU-T plantea las características que debe cumplir una red NGN, para cumplir sus objetivos planteados [7][24].

- ✓ Transferencia basada en paquetes.
- ✓ Las funciones de control están separadas de las capacidades de portador, llamada/sesión, y aplicación/servicio.
- ✓ Desacoplamiento de la provisión del servicio del transporte, y se proveen interfaces abiertas.
- ✓ Soporte de una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos basados en construcción de servicios por bloques (incluidos servicios en tiempo real/de flujo continuo en tiempo no real y multimedia) [7].
- ✓ Tendrá capacidades de banda ancha con calidad de servicio (QoS) extremo a extremo [17].
- ✓ Tendrá interfuncionamiento con redes tradicionales a través de interfaces abiertas.
- ✓ Movilidad generalizada.
- ✓ Acceso sin restricciones de los usuarios a diferentes proveedores de servicios.
- ✓ Diferentes esquemas de identificación.
- ✓ Características unificadas para el mismo servicio, como es percibida por el usuario.
- ✓ Convergencia entre servicios fijos y móviles.

- ✓ Independencia de las funciones relativas al servicio con respecto a las tecnologías subyacentes de transporte.
- ✓ Soporte de las múltiples tecnologías de última milla.
- ✓ Cumplimiento de todos los requisitos reglamentarios, por ejemplo en cuanto a comunicaciones de emergencia, seguridad, privacidad, interceptación legal, etc.

Una de las características principales de las redes NGN, es que la transmisión se basa en paquetes IP, mientras que las redes de telecomunicaciones están basadas en conmutación de circuitos, he aquí algunas diferencias de la red NGN en relación a las redes tradicionales como la PSTN.

- ✓ No es una conexión dedicada, sino que permite que varios usuarios compartan la misma conexión, y no tener que esperar hasta que un usuario termine la comunicación para ser utilizado por otro; a este proceso se denomina multiplexación.
- ✓ Permite la división de un mensaje en partes, si ocurre una falla en red solo hace falta reenviar los la parte corrompida y no toda la información; este proceso se denomina segmentación.
- ✓ Los paquetes pueden llevar información de encaminamiento (por donde han pasado, de donde vienen y hacia dónde van).
- ✓ En las redes basadas en paquetes la información digital se puede comprimir o encriptar.
- ✓ El tráfico predominante es la multimedia.
- ✓ El ancho de banda es flexible de acuerdo a los requerimientos del usuario.

Ventajas

Evidentemente las ventajas son múltiples, dependiendo de los enfoques que se den, por ejemplo: relacionado con la arquitectura, los dispositivos de comunicación, seguridad en la transmisión, entre otras; a continuación se detallan los beneficios relacionados con el consumidor.

- ✓ Ayudan a las empresas a ser más productivos, mediante la publicidad, venta electrónica, gestión remota y comunicación eficiente.
- ✓ Reducción de costos en el personal técnico de administración de red y mantenimiento de las empresas.
- ✓ Equipamiento con gran variedad de herramientas con soporte para la educación virtual.
- ✓ La convergencia de redes y servicios permite reducción de costos y optimización de tiempo de los consumidores.
- ✓ Gran mercado por explotar para profesionales de telecomunicaciones, desarrolladores de software, ejecutivos de ventas, e incluso para usuarios con conocimientos básicos.

Desventajas

- ✓ Una de las desventajas más relevantes es el monopolio, la concentración de múltiples servicios en una misma infraestructura, manejado por un grupo determinado.
- ✓ Requerimiento de gran ancho de banda para el tráfico de múltiples servicios.

Desde la propagación de Internet, el crecimiento de número de usuarios que utilizan la Web va en incremento año tras año, y la demanda de una infraestructura robusta cada vez es mayor; en pocos años el Internet formará parte de nuestras vidas no solamente como un medio de distracción al contrario como una herramienta muy necesaria, de esta manera afectando nuestra conducta y estilo de vida.

2.2.2 Servicios que ofrecen las redes NGN

Uno de los objetivos de la NGN es el soporte de servicios actuales y principalmente nuevas aplicaciones multiservicios; los servicios tradicionalmente ofrecidas son voz, video y datos, cada uno por redes diferentes, actualmente las redes están ofreciendo más de un servicio sobre la misma infraestructura, con las redes NGN a más de ofrecer varios servicio como triple play lo que se pretende es poner énfasis en servicios y aplicaciones de tiempo real.

Con la tecnología NGN las posibilidades de combinación de servicios básicos son diversas, entre ellas se tiene:

- ✓ Servicios de telefonía (Voice Telephony)
- ✓ Servicios de datos (Data Services)
- ✓ Servicios de multimedia (Multimedia Services)
- ✓ Redes privadas virtuales (Virtual Private Network)
- ✓ Redes públicas de computadoras (Public Network Computing)
- ✓ Mensajería unificada (Unified Messaging)
- ✓ Información de Negocios (Information Brokering)
- ✓ Comercio electrónico (Electronic Commerce)

- ✓ Servicios de central de llamadas (Call Center Services)
- ✓ Juegos interactivos (Interactive Game)
- ✓ Realidad virtual distribuida (Distributed Virtual Reality)
- ✓ Administración del hogar (Home Manager)

En el presente estudio se analiza en profundidad los servicios de datos y streaming respectivamente, debido a la gran magnitud de uso y por consiguiente mayor tráfico sobre la red.

2.2.2.1 Servicio de datos

Basado generalmente en la transferencia de archivos como ftp o la carga/descarga de archivos planos; actualmente existen diversos tipos de aplicaciones no solamente basados en cliente servidor sino que también cada cliente puede en un determinado momento actuar como cliente o servidor, no solamente dentro de una LAN sino también a través del Internet; también muchas empresas han puesto más empeño en el almacenamiento de información en la nube, ofreciendo diversos tipos de ofertas según el tamaño de almacenamiento, velocidad de transferencia, e incluso sincronización con diversos dispositivos.

De tras de la interfaz del usuario de la aplicación con distintas opciones de configuración de acuerdo a las preferencias del cliente, intervienen diversos aspectos que hace posible un servicio agradable; mientras más posibilidades ofrezca una aplicación de servicios, requieren de mayor demanda de gestión en la red y por ende también suben los costos, de esta manera surge los servicios de valor agregado para obtener rentabilidad mediante servicios de mejor calidad.

Entre las características de valor agregado tenemos:

- ✓ Bandwidth-on-demand
- ✓ Connection reliability/resilient Switched Virtual Connections (SVCs)
- ✓ Bandwidth management/call admission control.

2.2.2.2 Servicio de streaming

Para el análisis de lo que es streaming es necesario tener en claro lo que es la multimedia, la misma que tiene relación directa y es el recurso a manejar en el streaming.

La multimedia ha tenido gran explotación en los últimos tiempos en diversas áreas como en la enseñanza, redes sociales, publicidad, videojuegos, entre otras, mediante el Internet como un medio potente para el uso de la multimedia.

Principales características de la multimedia:

- ✓ Interacción de voz, dato y/o video, como una video llamada
- ✓ Permite al usuario realizar varias actividades al mismo tiempo, como en una red social revisar las publicaciones de amigos mientras chatea
- ✓ Posibilidad de trabajo compartido y cooperativo

El servicio streaming es el uso de la multimedia en tiempo real, es decir no es necesario descargar todo el archivo antes de visualizar su contenido.

2.2.3 Arquitectura de las redes NGN

A diferencia de los modelos de referencia como OSI y TCP/IP, NGN propone su arquitectura dividir en 2 estratos como es el estrato de transporte y de servicio; esta concepción varía de un autor a otro, debido a que algunos proponen la división en 3 partes como: acceso (tecnologías de última milla), núcleo (core) y la capa de servicios; de la misma manera hay otros que agrupan en 4 capas como: acceso, transporte, control y servicios; cada quién indistintamente lo agrupan según el punto de vista o la visión que tienen sobre la red NGN, pero en la esencia o las funciones que debe cumplir la NGN no cambia; para el presente estudio se toma como referencia la división en dos estratos principales (Figura 3).

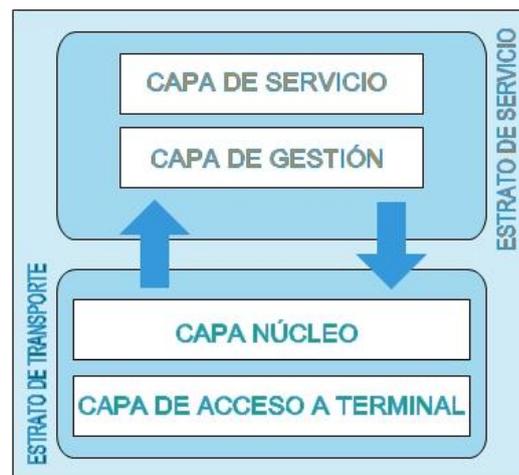


Figura 3. Arquitectura NGN

Fuente: Propia

2.2.3.1 Estrato de transporte

Está diseñado principalmente con el enfoque de gestión de datos en el proceso de comunicación, es decir define y aplica mecanismos de seguridad para que la

información enviada de un emisor pueda llegar íntegramente y con mayor confidencialidad posible a su destino dependiendo del tipo de información y niveles garantía convenida entre el proveedor de servicio y el proveedor de la red de comunicación.

Por motivos de administración se subdivide en dos capas como: acceso a terminal y núcleo, donde la capa de acceso se encarga de gestionar la comunicación entre distintos dispositivos o terminales que los usuarios utilizan; de igual modo la capa de núcleo (core) está diseñado para la gestión del tráfico a través del backbone de la red NGN.

a) Capa de acceso a terminal

Esta capa interactúa con diferentes tecnologías de acceso, dispositivos finales, denominados tecnologías de última milla.

Los usuarios finales acceden a distintos servicios mediante diferentes tecnologías de redes, como la PSTN, redes privadas, entre otras.

Los principales terminales con capacidades para intercomunicación con las redes NGN tenemos:

- ✓ Computadores (escritorio y laptop)
- ✓ Terminales IP (Teléfonos IP, PBX y teléfonos basados en software)
- ✓ Terminales de CAVTV
- ✓ IAD (Integrated Access Device / Dispositivo de acceso integrado)
- ✓ MTA (Adaptador de Terminal Multimedia)

- ✓ Terminales móviles
- ✓ Teléfonos convencionales

Los medios de transporte se clasifican en guiados (cableado) y no guiados (inalámbricas), cada tipo de transporte tiene una determinada forma de transmitir los datos.

Cableadas (guiado)

- ✓ Fibra óptica
- ✓ Cobre (Par trenzado)
- ✓ PLC (Power Line Communications)

Inalámbricas (no guiado)

- ✓ Radiofrecuencia
- ✓ Microondas
- ✓ Celulares
- ✓ WLL
- ✓ Wi-Fi
- ✓ WiMAX
- ✓ LMDS

Cada tipo de medio de transporte utiliza un determinado material o medio de propagación de la señal, entre los más conocidos tenemos:

- ✓ Cables de cobre: Las señales son patrones de pulsos eléctricos.

- ✓ Cable de fibra óptica: Las señales son patrones de luz.
- ✓ Conexión inalámbrica: Las señales son patrones de transmisiones de microondas.

Uno de los medios con mayores prestaciones de ancho de banda es la fibra óptica, de acuerdo al modo de propagación se clasifica:

- ✓ Monomodo (SMF): Utilizan un único rayo de luz para su transmisión, su núcleo es muy pequeño y se utiliza generalmente para redes de largas distancias.
- ✓ Multimodo (MMF): Emite muchos rayos de luz, su núcleo es más grande y se utiliza mucho en redes LAN.

Los pulsos de luz emitidos pueden ser de dos tipos:

- ✓ Láser
- ✓ LED (Diodos emisores de luz)

Cada tipo de fibra utiliza conectores diferentes, dependiendo de distintas características como, a qué tipo de medio se va a transmitir, entre otras; los tipos de conectores más comunes son: SC y ST.

Para los medios de transmisión también hay organismos encargados de establecer parámetros que deben cumplir cada medio de transporte; para el caso de fibra óptica, los estándares son asignados por la IEEE, entre ellos tenemos como por ejemplo la 10 base F.

Las diferentes redes que proveen distintos servicios a los usuarios, cada uno utiliza distintas tecnologías o protocolos para su transferencia de voz, datos y/o video; estas tecnologías trabajan a nivel de capa de acceso a terminal, en la Figura 4 se muestra las principales tecnología de redes.

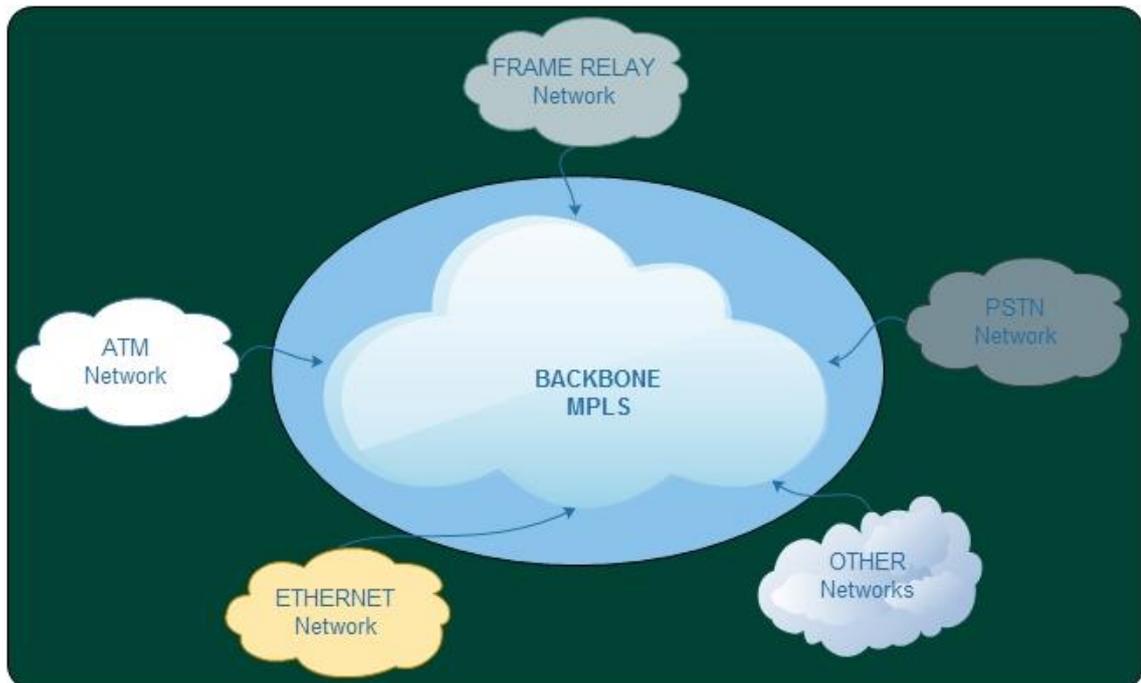


Figura 4. Tecnologías de redes

Fuente: Propia

De la múltiples redes, los que son basado en paquetes son: Frame Relay, ATM y Ethernet; las dos primeras han evolucionado a nivel de WAN, en cuanto a Ethernet ha tenido mucha aceptación en las redes LAN, por su facilidad de instalación y bajos costes en relación a las otras tecnologías; sin embargo Ethernet también ha tenido avance en redes más amplias como la MAN, la misma que se denomina Metro Ethernet, este concepto abarca la posibilidad de soporte a las nuevas tecnologías como la NGN.

Principales características de las redes Frame Relay:

- ✓ Es un protocolo sencillo en relación a la que precedía, que es X.25.
- ✓ No realiza control de errores o de flujo.
- ✓ Por la administración simplificada, reduce la latencia.
- ✓ Ofrece velocidades generalmente de hasta 4 Mbps.
- ✓ Trabaja mediante circuitos virtuales (CVs).
- ✓ Asegura la comunicación bidireccional entre dos dispositivos DTE.
- ✓ Ofrece una conectividad permanente, compartición de ancho de banda mediano.
- ✓ Utilizado para el tráfico de datos y voz inicialmente.
- ✓ Ideal para conectar las LAN de una empresa.

Principales características de redes ATM:

- ✓ Tecnología para transmisión de datos, voz y video
- ✓ Utiliza circuitos virtuales permanentes y conmutados (PVC y SVC).
- ✓ Permite varios circuitos virtuales en una sola conexión.
- ✓ No tiene un mecanismo de corrección de errores.

Características principales de redes Ethernet:

- ✓ El ancho de banda va desde los 10 Mbps hasta los 10 Gbps actualmente.
- ✓ Medio de transmisión basado en cobre: UTP y STP
- ✓ Definido en el estándar IEEE 802.3
- ✓ Alcance máximo del cableado horizontal es de 100 metros

- ✓ Su medio de transmisión es compartido.
- ✓ Tiene una topología lógica en bus, y topología física en estrella.
- ✓ Los elementos de red son: repetidores, hubs, switch y routers.

Características principales de redes PSTN:

- ✓ Inicialmente diseñado para la voz.
- ✓ Comunicación mediante establecimiento de circuitos dedicados.
- ✓ Para el manejo de voz utilizan FDM o TDM y SS7 para la señalización.

Las tecnologías antes mencionadas se encuentran en la capa de acceso a terminal en el modelo NGN, también conocidas como tecnologías de acceso, los mismos que se conectan al backbone MPLS (capa núcleo), de esta manera dando paso a la convergencia de redes.

Los diversos servicios usan tecnologías independientes y necesitan conectar a un dispositivo que permita el paso a la tecnología NGN, estos dispositivos se denominan pasarela (gateway), existen diferentes tipos de pasarela para distintas tecnologías y funciones; estos dispositivos se encuentra en los bordes de la capa núcleo y la capa de acceso a terminal (Figura 5), haciendo posible la comunicación mediante uso de protocolos.

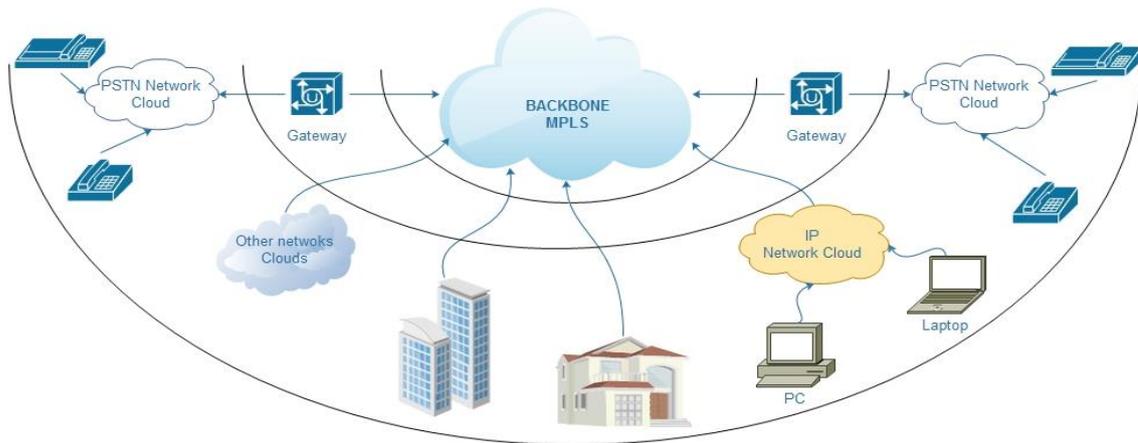


Figura 5. Capa de acceso de NGN

Fuente: Propia

Entre las principales pasarelas tenemos:

- ✓ Pasarela de acceso (Access gateway)
- ✓ Pasarela de red (Network gateway) o también llamados pasarela de medios (Media gateway)
- ✓ Pasarela de encaminamiento (Trunking gateway)
- ✓ Pasarela de señalización (Signaling Gateway)

Las funciones de Pasarela son:

- ✓ Terminación de circuitos de la red conmutada (Trunking Gateway, Access Gateway)
- ✓ Compresión de voz
- ✓ Pauperización y mapeo sobre flujos RTP
- ✓ Cancelación de eco
- ✓ Detección y mapeo de tonos DTMF

b) Capa núcleo

Denominado también como el backbone de la red, donde las tecnologías de medio de transporte deben ser de gran ancho de banda y los mecanismos de manejo de datos debe ser de alta fiabilidad.

Las funciones principales de esta capa son:

- ✓ Permite la conectividad del nivel de acceso con los niveles superiores.
- ✓ Transporte y enrutamiento del tráfico de extremo a extremo mediante interconexiones de router y switch.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

- ✓ Medio de transporte
El medio de transmisión mayormente utilizado actualmente es la fibra óptica, que provee capacidades altas de transmisión.
- ✓ Tecnología de transporte
MPLS, es la tecnología que ha sobrepuesto sobre los demás, mediante el uso de etiquetas que hace más rápido en la transmisión de datos.
- ✓ Dispositivos de red
Calidad y capacidad de router, switch y otros dispositivos de red que permitan mecanismos de recuperación ante fallos y caída de enlaces (dispositivos inteligentes).
- ✓ Mecanismos de calidad de servicio

Abarca muchos aspectos como jitter, latencia, pérdida de paquetes, sobre los cuales se debe aplicar técnicas para contrarrestar el problema.

✓ Disponibilidad de la red

Específicamente relacionado con la topología de la red (redundancia de enlace), técnicas de encaminamiento, entre otras.

✓ Seguridad

Ante ataques tanto físicos (enlaces y dispositivos) como lógicos (información, servicio), aplicando medidas de contingencia.

A continuación un análisis detenido sobre la tecnología de transporte MPLS en el núcleo de la red NGN.

MPLS

La parte medular del backbone de las redes actualmente en auge está utilizando tecnología MPLS (Figura6), estandarizadas por la IETF y se encuentra en el RFC 3031, a continuación se detalla los aspectos principales e importantes de MPLS.

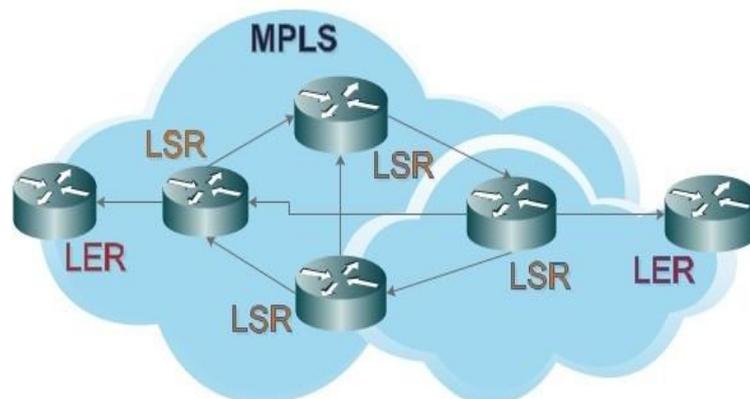


Figura 6. Tecnología MPLS

Fuente: Propia

Se encuentra entre las capas 2 y 3 de modelo OSI (figura 7), debido a que combina las funciones de conmutación y enrutamiento, tiene su propia cabecera delante la cabecera IP, por tanto también se denomina multiprotocolo.

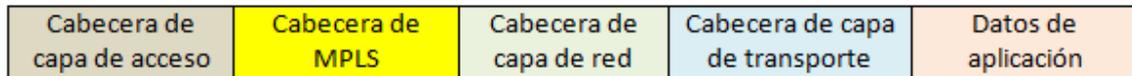


Figura 7. Ubicación de la cabecera MPLS

Fuente: Propia

Características

- ✓ Diseñado para operar sobre cualquier tecnología de transporte de nivel de enlace.
- ✓ Combina funciones de control de ruteo y conmutación de nivel 2.
- ✓ Sencillo de operar, mayor escalabilidad e interoperabilidad, mediante plataforma común, ofrecer varios servicios con QoS.
- ✓ Utiliza protocolo para intercambio y distribución de etiquetas que permite la creación de LSP.
- ✓ Al ser un estándar abierto utiliza protocolos abiertos.

Elementos de MPLS

- ✓ LER (Label Edge Router)/Ruteador Etiquetador de borde:
 - Se encuentra en el borde de la red MPLS.
 - Tiene la función de encaminamiento en dominios MPLS y no MPLS.
 - Su propósito es de analizar y clasificar de acuerdo al FEC.

- Al salir de red MPLS, el paquete es direccionado al destino enrutamiento convencional eliminando la cabecera PMLS.
- EL LER de entrada también se denomina ingress LSR, y de salida Egress LSR.
- ✓ LSR (Label Switching Router)/Ruteador de Conmutación de Etiquetas:
 - Se encuentra en el núcleo de MPLS.
 - Realiza conmutación basada en etiquetas.
 - Su función principal es de conmutar etiquetas desde la entrada de un LER hacia la salida del LER.
- ✓ LSP (Label Switched Path)/Ruta Conmutada de Etiquetas:
 - Es una ruta de tráfico específica a través de la red MPLS que sigue un grupo de paquetes que pertenecen al mismo FEC.
 - Utiliza métodos de establecimientos de LSP como: ruta explícita y salto a salto.
 - Para el establecimiento del LSP, se realiza mediante protocolos de enrutamiento, que a su vez utilizan algoritmos de estado del enlace.
- ✓ FEC (Forward Equivalence Class)/Clase Equivalente de Envío:
 - Clasifica/Agrupar a los paquetes entrantes a la red MPLS, de acuerdo a ciertos criterios (dirección destino, QoS, etc.).
 - Todos los paquetes que tengan la misma FEC tienen la misma LSP.
 - Permite aplicar QoS a los paquetes mediante algún criterio de priorización.
 - Puede usar un mecanismo de agrupamiento de FECs, permitiendo reducir el tiempo de envío de FEC redundante.
- ✓ LIB (Label Information Base)/Base de información de Etiquetas:

- Son tablas formadas en un LSR/LER que tienen información de etiquetas (entrada y salida) e interfaces (entrada y salida) asociadas a las redes destinos.
- La construcción de las tablas se basa en las operaciones (push, swap, pop) que realizan las etiquetas.
- ✓ LDP (Label Distribution Protocol)/Protocolo de Distribución de Etiquetas:
 - Define los mecanismos para la distribución de etiquetas, para establecer sesiones entre LSR/LER para intercambiar etiquetas que éstos alzarán para la conmutación de paquetes.
 - Es independiente del protocolo de enrutamiento.
 - LDP no es el único protocolo de etiquetas, existen otros que son reconocidos por MPLS como: RSVP, TDP/CR-LDP.

Ventaja de MPLS

- ✓ Capacidad de conectarse a diferentes tecnologías de acceso como Frame Relay, ATM, PSTN, etc.
- ✓ Independencia total de las redes de los clientes.
- ✓ Conmutación de paquetes basados en etiquetas dentro de la red MPLS, sin embargo puede interactuar con otras tecnologías basadas en IP.
- ✓ Permite ingeniería de tráfico (TE), redes privadas virtuales (VPN) y calidad de servicio (QoS).

2.2.3.2 Estrato de servicio

Esta se subdivide o se agrupa en dos subcapas denominados capa de gestión y servicio respectivamente, con funciones específicas e independientes, a continuación el despliegue de cada uno de ellos.

a) Capa de gestión

Se encuentra entre las capas núcleo y servicio, proporcionando la posibilidad de comunicaciones de servicios a través de medio de transporte.

Las funciones principales son:

- ✓ Control: Proporciona control de llamada de sus abonados en el proceso de comunicación.
- ✓ Señalización: Proporciona la conversión de señal entre las redes NGN y otras redes.

Para llevar a cabo sus funciones, necesitan de equipos apropiados como:

- ✓ Softswitch (MGC o Call Agent)
- ✓ Signalling Gateway
- ✓ Media server
- ✓ Feature server

Estos dispositivos permiten realizar el control y/o señalización en una red NGN, mediante protocolos que ayudan a llevar a cabo. Hay dispositivos que realizan estas funciones de forma independiente como Signaling Gateway la parte de señalización,

mientras otros dispositivos pueden realizar ambas funciones como el Softswitch o llamado también como call agent.

b) Capa de servicio

Esta capa está basada en la gestión lógica entre el servicio y el usuario, para cumplir con los requerimientos de provisión y control de servicios y aplicaciones, es necesario realizar procesos mediante equipos que provean dichos servicios o fusiones.

Entre las tareas que debe cumplir son:

- ✓ Gestión de tráfico
- ✓ Medición de desempeño
- ✓ Tasación
- ✓ Configuración de red y elementos
- ✓ Seguridad
- ✓ QoS
- ✓ Gestión de fallas

Equipos y dispositivos más comunes:

- ✓ Sistema de soporte de operaciones (OSS)
- ✓ Servidor de Aplicaciones (AS)
- ✓ Servidor de Gestión
- ✓ Servicios de punto de control (SCP)
- ✓ Servidor de video

Algunas características de los servicios son:

- ✓ Los servicios deben ser independientes de la tecnología de transporte a utilizar.
- ✓ Servicios centralizados, tomando en cuenta la convergencia de servicios, esto implica la posibilidad de admitir servicios de terceros.
- ✓ Finalmente poseer la capacidad de soporte de servicios existentes y plataforma robusta para nuevos servicios emergentes.

Existen una gama de servicios transitando a través de la red, desde servicios de necesidad común diario como la telefonía hasta los de pasa tiempo como juegos, desde lo más importante o prioritario como transacciones bancarias hasta lo innecesario o perjudicial como los virus o materiales pornográficos.

Tomando en cuenta lo anterior es posible clasificar de muchas maneras los servicios de acuerdo a distintos puntos de vista, criterio, etc. A continuación se clasifica de dos maneras, de acuerdo a la prioridad de información y de acuerdo a la combinación de tipo de datos.

Según su naturaleza:

- ✓ Tiempo real (Voz)
- ✓ Tiempo no real
- ✓ Streaming (Audio, video)
- ✓ Multimedia (Voz, Video, texto)

De acuerdo a la combinación de los tipos de datos:

- ✓ Triple play
 - Voz (telefonía)
 - Datos (Internet)
 - Video (televisión)
- ✓ Quad play (Triple play + aplicaciones)
 - S. voz: mensajería y telefonía
 - S. datos: email, web, intercambio de archivos
 - S. video: tv, juegos interactivos, videotelefonía
 - Otros servicios: Video bajo demanda, IVR, transacciones, conferencias con compartición de archivos y aplicaciones, servicios basados en localización, etc.

Los servicios triple play, son aquellas que ya han existido desde hace mucho tiempo en forma independiente, ahora se trata de proveer varios servicios por un mismo canal; mientras que las quad play son servicios emergentes con la combinación de varios servicios sobre una misma aplicación.

2.2.4 Protocolos utilizados en las redes NGN

Para el detalle de los protocolos de redes NGN es necesario hacer una relación con el modelo de referencia OSI, la misma que nos permite el desglose por capas y una relación comparativa (Tabla II.II).

Tabla II. II Protocolos en redes NGN

Modelo referencial OSI	Modelo referencial NGN	PROTOCOLOS
Capa de aplicación	Capa de servicio Y Capa de control	RTP, RTCP, RSVP, LDAP, IntServ, DiffServ
Capa de presentación		
Capa de sesión		MGCP, H.323, H.248 (Megaco), SS7, SIP, SIGTRAN
Capa de transporte	Capa núcleo	TCP, UDP
Capa de red		IPV4, IPV6
		MPLS, LDP, TDP, RSVP
Capa de enlace de datos	Capa de acceso	LAPB, LAPF, LAPD, MEN, ETHERNET, TOKENRING, PPP, HDLC
Capa física		PLC, SDLC, SDH/SONET, DWDM

Fuente: Propia

Los cambios de mayor trascendencia se encuentran en la capa de control y de servicio, en el núcleo de NGN y un menor porcentaje en la capa de acceso; las tecnologías de acceso utilizan sus propios protocolos, debido a que uno de los propósitos de NGN no es solamente imponer la nueva tecnología sino también ser capaz de soportar servicio actuales y por ende sus protocolos.

A continuación se detalla solamente los protocolos más conocidos en la red NGN, la función que cumple y según en la capa que se encuentre.

2.2.4.1 Estrato de transporte

a) Capa de acceso a terminal

Entre el borde de backbone MPLS y otras redes se encuentran diferentes dispositivos que permiten la comunicación entre redes distintas, estos dispositivos deben tener los mismos protocolos o que entiendan el lenguaje de comunicación de la capa de control para la transferencia de datos y control de sesiones en el proceso de consumo de servicios por parte del cliente.

Entre los dispositivos que se encuentran en el borde tenemos:

- ✓ Pasarela de acceso (Access Gateway)
- ✓ Pasarela de medios (Media Gateway)
- ✓ Pasarela de encaminamiento (Trunking Gateway)
- ✓ Pasarela de señalización (Signaling Gateway)

Los protocolos que utilizan estos dispositivos permiten la transferencia de datos, control y señalización, estos dispositivos trabajan de manera sincronizada con los dispositivos de la capa de control para garantizar el tráfico de información; los protocolos más relevantes tenemos como SS7, Sigtran, H.248.

b) Capa núcleo

Se encuentran los protocolos basados en etiquetas también conocidos como protocolos de señalización dentro de la red MPLS, también hay routers de tipo LSR (en el núcleo de MPLS) y LER (en el borde de MPLS). Aunque hay manera de que los

mismos protocolos de enrutamiento puedan cargar las etiquetas, también hay protocolos independientes de enrutamiento solamente para la etiquetación para el reenvío de paquetes. Estos protocolos son necesarios para mapear las rutas de la red MPLS, es decir establecer LSPs.

Existen varios tipos de protocolos que cumplen la misma función de distribución de etiquetas para la comunicación, a continuación las más conocidas y aceptadas por MPLS.

- ✓ LDP (Label Distribution Protocol): Protocolo utilizado para establecer LSPs, también establecen cesiones TCP entre LSR/LER.
- ✓ TDP (Tag Distribution Protocol): Similar a LDP, propietario de Cisco.
- ✓ RSVP (Resource Conservation Protocol): Del Modelo de Servicios Integrados de EITF.

También existen otros con soporte de Ingeniería de Tráfico, así como por ejemplo CR-LDP (Constraint Based Router LDP), RSVP-TE (RSVP Traffic Engineering). La implementación de protocolos independientes puede ayudar a mejorar a reducir la pérdida de paquetes y mejorar la entrega segura de información, en con traste la desventaja es que mientras se aumente procedimientos independientes también se aumenta el tiempo de retardo en los nodos, por cuanto debe procesar mayor información de control.

2.2.4.2 Estrato de servicio

a) Capa de gestión

En esta capa se encuentran dispositivos que hacen posible la coexistencia entre distintas tecnologías con la NGN, estos dispositivos utilizan protocolos que permite la comunicación; seguidamente los protocolos más relevantes.

- ✓ MGCP (Media Gateway Controller Protocol): Protocolo de control de gateways de telefonía mediante un elemento central como softswitch.
- ✓ H.323: Definido por la ITU-T, protocolo para aplicaciones de tiempo real de voz, datos y video basados en IP, también cumple funciones de señalización y control de llamadas.
- ✓ H.248: También conocido como MeGaCo, definido por la ITU-T, protocolo para la gestión de sesiones y señalización.
- ✓ SS7 (Sistema de Señalización 7): Conjunto de protocolos de señalización de llamadas de circuitos conmutados de proveedores de servicio de la PSTN. Definido en la REC. Q.700 a Q.764 de la ITU-T.
- ✓ SIP (Session Initial Protocol): Conjunto de protocolos de señalización de voz y video sobre Internet, definido en la RFC 2543 y en la RFC 3261, simplifica las funciones del protocolo H.323.
- ✓ SIGTRAN (Signalling Transport): Conjunto de protocolos de señalización, define mecanismos de comunicación de mensajes SS7 sobre las redes IP.

Algunos protocolos están basados en la inteligencia centralizada, donde el control reside en los MGC, mientras que en otros residen en los terminales como en H.323 y SIP.

Los dispositivos que se encuentran en la capa de control utilizan estos protocolos para establecer, mantener y terminar la comunión, algunos dispositivos pueden cumplir las dos funciones (señalización y control) como el softswitch mediante protocolos como MGCP, H.248, SS7, etc.

Es posible asignar un protocolo para cumplir una determinada función, tenemos el caso de SS7 y SIGTRAN para la señalización, de la misma manera H.248, MGCP y SIP para el control, aunque algunos de los protocolos cumplen ambas funciones, pero es necesario tomar en cuenta la eficiencia en el cumplimiento de sus funciones.

b) Capa de servicio

La exigencia del mercado de obtener información instantánea, en cualquier lugar y de distintos medios, ha dado el paso a creación de aplicaciones en tiempo real, esto implica el uso de protocolos que permitan llevar a cabo; a continuación se presenta los principales protocolos que permiten garantizar el servicio tomando en cuenta otros factores como el ancho de banda, tipo de medio, tipos de servicios, acuerdos de niveles de calidad de servicio, entre otros.

- ✓ RTP (Real Time Protocol): Definido por la IETF, hace posible la entrega de datos de tipo tiempo real tales como audio y video, además aplica mecanismos importantes como de control y temporización, trabaja sobre protocolo UDP.

- ✓ RTCP (Real Time Control Protocol): Protocolo de control, en sesiones de comunicación RTP, mediante mensajes de control periódica durante la conexión.
- ✓ RSVP (Resource Conservation Protocol): Protocolo que permite proveer calidad de servicio sobre redes IP y aplicaciones de tiempo real mediante reservación de recursos.
- ✓ LDAP (Lightweight Directory Access Protocol): Es un protocolo para búsquedas de información en servidores de directorios.
- ✓ IntServ (Integrated Services): Utilizado por RSVP para ofrecer QoS, solicitando previamente a cada router la reserva del recurso, también incluye servicios del mejor esfuerzo, tiempo real y compartición de enlaces, teniendo como desventaja mayor consumo de recurso en la gestión del medio.
- ✓ DiffServ (Differentiated Services): Proporciona QoS, a diferencia de IntServ no reserva recursos, encargándose del marcado de los paquetes, de esta manera evitando la sobrecarga en los nodos. Provee un tratamiento de QoS mediante clasificación y asignación de prioridades a los paquetes.

2.2.5 Calidad de servicio en las redes NGN

La calidad de servicio en cierta manera se refleja en la satisfacción del usuario, mediante la obtención de respuestas de su servicio en tiempo prudente y legible; para cumplir con los requerimientos del usuario, también es necesario analizar los factores que influyen en la red de transmisión de datos.

En la evaluación de la eficiencia de la calidad de servicio (QoS) en las redes NGN intervienen diferentes factores que inciden, en base a los parámetros de QoS se utiliza técnicas, mecanismos y herramientas que permitan mitigar estos problemas.

Parámetros de QoS

Mediante el análisis de factores incidentes de QoS se establece indicadores o también llamados parámetros de calidad de servicio, entre las principales se tiene:

- ✓ Latencia o retardo (Delay)
- ✓ Variación de retardo (Jitter)
- ✓ Pérdidas de paquetes (Packet Loss)

2.2.5.1 Técnicas de QoS

La calidad de servicio engloba CoS y ToS, donde CoS cumple dos funciones principales que es priorizar los distintos tipos de tráfico y definir un grupo de clases, mientras que ToS se centra en la reserva de recursos.

a) Clases de servicios (CoS)

Según la ITU-T Y.1541 establece 6 clases de servicios en las redes cableadas (guiados), a cada clase pertenece un tipo de servicio, la misma que debe cumplir con los requerimientos mínimos de parámetros de QoS (Figura 8).

Parámetro de calidad de funcionamiento de red	Clases de QoS					
	Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5 *
IPTD	100ms	400ms	100ms	400ms	1s	U
IPDV	50ms	50ms	U	U	U	U
IPLR	1×10^{-3}	U				
IPER	1×10^{-4}					U

Figura 8. Clases de Calidad de Servicios

Fuente: ITU-T Y.1541

A continuación la descripción de las clases:

- Clase 0-1: Destinado para aplicaciones de tiempo real, que son sensibles al retardo y de interacción alta, para aplicaciones como Voz sobre IP, videoconferencia y difusión de audio.
- Clase 2-3: Aplica a los datos transacciones interactivos, como navegación y señalización.
- Clase 4: Utilizados para aplicaciones que soportan pérdida de paquetes como video streaming, transferencia de archivos, entre otras.
- Clase 5: Son para aplicaciones que se asigna calidad de servicio, es decir su valor es mínimo, que es la de mejor esfuerzo (Best-Effort).

b) Tipo de Servicio (ToS)

Técnica aplicable en la capa 3 del modelo OSI, el campo ToS de la cabecera IP está reservada para la aplicación de esta técnica, permitiendo intervenir en los parámetros como Delay, Throughput, Reliability y Cost.

2.2.5.2 Mecanismos de QoS

Llamados también modelos de QoS (QoS Models) o modelo de servicios (service models), que definen una determinada arquitectura que ayudan al mejoramiento de calidad de servicio, entre los principales modelos se tiene: Best-Effort, IntServ y DiffServ. En NGN la tecnología MPLS ha sido la parte medular de la red, admitiendo la implementación de un mecanismo de QoS; el modelo IntServ ha sido definido por la IETF para mejorar la calidad de los servicios, pero teniendo problemas de escalabilidad y gran consumo de recursos de la red para cumplir su propósito; como respuesta a las debilidades de IntServ se crea la arquitectura DiffServ.

DiffServ

La IETF definió dos arquitecturas para redes IP: IntServ y DiffServ, donde DiffServ fue concebida para soporte nuevos servicios, ofreciendo características como flexibilidad, escalabilidad y robustez, mejorando de esta manera las posibilidades de IntServ.

Para determinar la clase de servicio DiffServ realiza una intervención del campo ToS de la cabecera IPv4 (Figura 9).

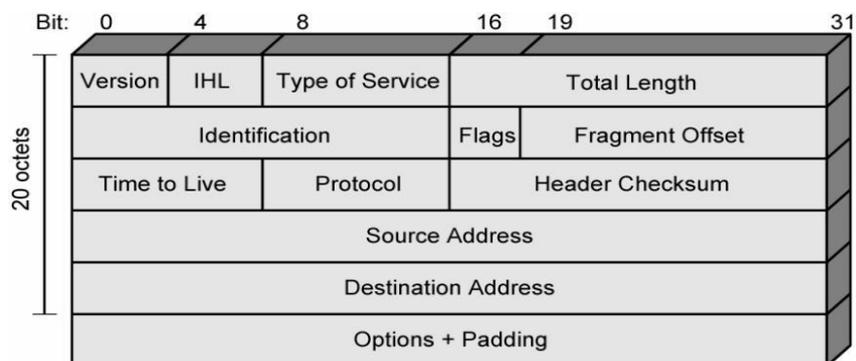


Figura 9. Cabecera Ipv4

Fuente: <http://ipv4to6.blogspot.com/p/protocolo-ip.html>

El campo ToS consta de 1 Byte, de las cuales los 3 primeros bits se denomina precedencia; los 4 bits siguientes fueron designados para Delay, Throughput, Reliability y Cost respectivamente; el último bit no está usado (Figura 10).

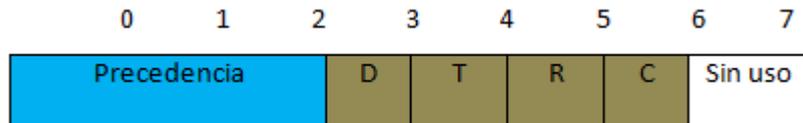


Figura 10. Campo ToS de IP

Fuente: Propia

El campo ToS de IP fueron designado para asignar niveles de prioridad de los paquetes, con la combinación de 3 bits tenemos 8 niveles, de los cuales los 2 últimos máximos valores están reservados para la gestión de la red, los 6 bits restantes se utiliza para la asignación de prioridades de los paquetes (Tabla II.III).

Tabla II. III Campo precedencia de ToS

PRECEDENCIA IP	BITS 0 1 2	NOMBRE	Tipo de Serv. ToS
0	000	Rutina	0
1	001	Propietario	32
2	010	Inmediato	64
3	011	FLASH	96
4	100	FLASH Override	128
5	101	Crítico	160
6	110	Control de red	192
7	111	Control de red	224

Fuente: Chandi Cerna [8]

DiffServ surge de la combinación de campo Precedencia y tipos de servicio ToS, en el modelo DiffServ el byte se denomina Differentiated Services (DS), de los cuales los 6

primeros campos se denomina Differentiated Services CodePoint (DSCP); los 2 últimos bits actualmente no son usados (Figura 11), es aplicable tanto para IPv4 como para IPv6, debido a que en ambos casos son de 1 byte, a diferencia de que en IPv6 el campo ToS se denomina Clase de Tráfico (Traffic Class).

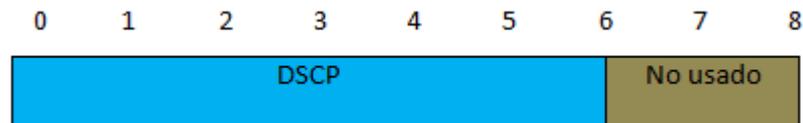


Figura 11. Campo DS (ToS) de IP en DiffServ

Fuente: Propia

Los 6 bits del campo DSCP son para Clases de Servicios, teniendo 64 combinaciones posibles, de las cuales se forman los grupos de clases y prioridades. Se agrupa en 8 clases, de las cuales las principales son: Best Effort (BE), Assured Forwarding (AF), Expedited Forwarding (EF) y los reservados para gestión de red.

A continuación el detalle de cada clase:

- ✓ Best Effort (Mejor Esfuerzo): Por defecto cuando un paquete no tiene prioridad es asignado el valor 0, y este mecanismo trata de enviar los datos de la mejor manera posible sin garantizar que los paquetes lleguen a su destino.
- ✓ Assured Forwarding (Envío Asegurado): Estas clases de servicios son utilizados para asegurar el ancho de banda, mediante mecanismos de descarte de paquetes, para maximizar el desempeño de la red.
- ✓ Envío Rápido (Expedited Forwarding): El tipo EF son utilizados cuando se requiere mayor eficiencia en cuanto a Jitter, Latencia, Pérdida de Paquetes y

aseguramiento de Ancho de Banda, se implementa mediante colas de prioridad.

- ✓ Las últimas 2 clases son para la gestión de la red.

La tabla II.IV, describe las clases de servicio de DiffServ en orden de prioridad para los distintos servicios; en el proceso de enrutamiento el valor DSCP representa el nivel de prioridad de cada paquete.

Tabla II. IV Clases de servicio DiffServ

CLASE DE SERVICIOS DSCP		VALOR EN BINARIO	VALOR DECIMAL
Clase 0 (Best Effort)	BE	000000	0
Clase 1 (AF1)	AF11 (Low Drop)	001010	10
	AF12 (Medium Drop)	001100	12
	AF13 (High Drop)	001110	14
Clase 2 (AF2)	AF21 (Low Drop)	010010	18
	AF22 (Medium Drop)	010100	20
	AF23 (High Drop)	010110	22
Clase 3 (AF3)	AF31 (Low Drop)	011010	26
	AF32 (Medium Drop)	011100	28
	AF33 (High Drop)	011110	30
Clase 4 (AF4)	AF41 (Low Drop)	100010	34
	AF42 (Medium Drop)	100100	36
	AF43 (High Drop)	100110	38

Clase 5 (Expedited Forwarding)	EF	101110	46
Clase 6 (Gestión de red)	Reservado	110000	48
Clase 7 (Gestión de red)	Reservado	111000	58

Fuente: Propia

Hay una correspondencia entre el valor de Precedencia y DSCP al tener en común los 3 primeros campos, como se muestra en la tabla II.V.

Tabla II. V Correspondencia ToS y DiffServ

VALOR DSCP	VALOR PRECEDENCIA IP	CLASE
0-7	0	Clase 0
8-15	1	Clase 1
16-23	2	Clase 2
24-32	3	Clase 3
33-39	4	Clase 4
40-47	5	Clase 5
48-55	6	Clase 6
56-63	7	Clase 7

Fuente: Propia

Ventajas de DiffServ sobre MPLS:

- ✓ DiffServ clasifica y asigna prioridad a los paquetes en MPLS.
- ✓ MPLS es una tecnología multiprotocolo, permitiendo la convergencia de redes.
- ✓ Además MPLS está basado en etiquetas, esto permite que el enrutamiento sea aún más rápido que en una red IP.

Desventajas de Diffserv:

- ✓ Utilizar Diffserv sobre IP, es difícil determinar cuál es el retardo de extremo a extremo [17].
- ✓ No asegura el 100 % de capacidad esperada de una determinada clase, por cuanto no realiza reserva de recursos.
- ✓ Mientras se aumente el tamaño de la red se incrementa la complejidad de administrar las Clases de Servicios en los nodos.

2.2.5.3 Herramientas

En el mercado existen una variedad de herramientas para el análisis de QoS, sin embargo no todos ofrecen la posibilidad de manipular de variables de acuerdo a las necesidades, de igual manera hay herramientas que no detallan el proceso cómo se obtuvo los datos o como se llegó a una determinada conclusión, la diferencia radica también en que si genera o no reportes del tráfico, algunas herramientas permiten realizar análisis de solo algunos parámetros de QoS y de entre una herramienta a otra los resultados pueden diferir ya cada uno maneja diferentes algoritmos y procesos para obtener resultados, la interfaz gráfica también es importante debido que algunos ofrecen solamente la consola, otros interfaz gráfica y algunos ambos, en otros casos el proceso de implementación son muy complejos; en el caso de emuladores de dispositivos de red, muchos no admiten agregar o quitar dispositivos reales al escenario, algunos emuladores no soportan sistemas operativos multiplataforma, en

otros casos son propietarios y requieren de pago para una utilización de tiempo mayor.

Entre las herramientas más conocidas para analizar tráfico e implementar escenarios de red tenemos: Netperf, D-ITG, NetStress, MGEN, LANforge, Network Traffic Generator, Rude & Crude, WlanTV, OPNET Modeler, Cisco SAA, VVQManager, TamoSoft Throughput Test, Iperf, GNS3, etc. [22]

Analizaremos de manera más detenida la herramienta GNS3, el cual permite emular dispositivos físicos (routers, Switch y computadoras), medios de transmisión (serial, ethernet) y configurar con los mismos comandos de un dispositivo real; se hace un estudio sobre la instalación y configuración de la herramienta D-ITG en los equipos emisor y receptor respectivamente, inyección de tráfico, captura de datos y análisis de los resultados obtenidos.

a) GNS3: Es un simulador para emular redes complejas, donde los dispositivos son emulados pero el sistema operativo de los dispositivos es real, Dynamips es el programa core para la emulación del sistema operativo (IOS) de Cisco en GNS3.

Descripción general

Es una herramienta de código abierto, la misma que adicionalmente incluye o posee la posibilidad de habilitar otras herramientas útiles en el proceso de diseño y obtención de información.

Características principales

- ✓ Multiplataforma (Windows, Linux, MAC OS X)
- ✓ Interfaz gráfica y de consola
- ✓ Captura del tráfico
- ✓ Diseño de alta calidad y topología de redes complejas
- ✓ Emulación de distintos dispositivos de Cisco
- ✓ Conexión de una red simulada con un dispositivo real como la PC.

Requerimientos del sistema

- ✓ Memoria: Ingresando en la configuración de cada dispositivo se puede cambiar el tamaño de la memoria RAM y NVRAM, las mismas que vienen por defecto en router Cisco 7200 de 256 MB y 128 MB respectivamente en Windows. Dynamips usa 512 MB y Qemu 128 MB por defecto, ambos configurables. Para evitar la sobrecarga de memoria RAM del anfitrión, Dynamips permite usar dos opciones como son "ghost" y "mmap" (en la opción preferencias de GNS3) las mismas que reducen la cantidad de memoria real de los dispositivos en caso de que los dispositivos no estén en ejecución, sin disminuir la capacidad de procesamiento de los mismos.
- ✓ CPU: Como el IOS es real, el consumo de CPU por cada dispositivo también va a ser real, es decir mientras más dispositivos de enrutamiento/encaminamiento (switch, router) se implemente a la red mayor será el consumo de memoria del host, afortunadamente GNS3 ofrece una opción que permite reducir el tamaño real de los dispositivos mientras se ejecuta

mediante una opción llamado "Idle PC", en el menú contextual del dispositivo, una vez ejecutado la opción genera una lista de alternativas para reducir el consumo del CPU, en la lista el más recomendado es aquel que tenga un asterisco.

En el Anexo III se encuentra en detalle de la instalación de la herramienta GNS3.

b) D-ITG: Es una plataforma capaz de producir tráfico, mediante procesos estocásticos para tiempos de inter depuración (IDT) y tamaño de paquetes (PS), soporta generación de tráfico de IPv4 e IPv6, y es capaz de generar tráfico a nivel de capa de red, transporte y aplicación.

Características básicas:

- ✓ Soporta múltiples plataformas como Windows, Linux, OSX y FreeBSD.
- ✓ Presenta métricas de retardo en tiempo de ida (one-way-delay) y tiempos de ida y vuelta (round-trip-time).
- ✓ Permite generar simultáneamente múltiples flujos de tráfico.
- ✓ Tanto el emisor (sender) como el receptor (receiver) puede guardar información del tráfico generado.
- ✓ Puede producir patrones de tráfico realistas.

Arquitectura D-ITG

- ✓ ITGSend: Encargado del proceso de envío de paquetes.
- ✓ ITGRecv: Realiza proceso de recepción de paquetes.
- ✓ ITGLog: Servidor de almacenamiento de tráfico generado.

- ✓ ITGManager: Entidad para el manejo de forma remota.
- ✓ TSP (Traffic Specification Protocol) y el canal de señalización: Permite la comunicación entre las entidades de D-ITG.
- ✓ ITGDec: Permite mostrar el análisis de resultados tales como Perdida de paquetes (Packet Loss), Throughput (capacidad de transferencia), Jitter (variación de retardo) y Latencia (Delay).

En el Anexo IV se encuentra la instalación de la herramienta de inyección de tráfico D-ITG.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE LA RED DE LA ESPOCH

En este capítulo se efectúa un análisis general de cómo está conformado la estructura física de la red de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH); la topología de red, tanto en la red cableada (medio guiado) como en la red inalámbrica (medio no guiado), además se especifica el rango de las direcciones IP que utiliza la Institución; se analizan los servicios tales como: datos, voz o telefonía, WEB y Streaming; dispositivos que interconectan la Intranet tales como router y switch; se establece un análisis del proveedor de servicios de Internet (ISP) de la ESPOCH. Para lo cual se ha utilizado una técnica de recolección de información denominado cuestionario el cual permite plantear preguntas sobre la Intranet y el ISP, utilizando parámetros de medición.

3.1 Estructura física de la red de la ESPOCH

La red de la ESPOCH tiene una estructura LAN que provee servicio de red en toda la Institución, cuenta con dispositivos que han sido implementados para satisfacer las necesidades de comunicación entre Escuelas y Facultades. Ofrece servicio de Internet por medios de transferencia guiados como los cables de red, utilizando normas de cableado estructurado mediante estándar que permite dar seguridad a los datos, a las instalaciones y a usuarios debido a que se rigen en la norma internacional EIA/TIA 568; Además cuenta con medios de transferencia no guiados como la conectividad Wireless que abarca toda la Institución gracias a la implementación de Access Point. En la tabla III.I se muestra la ubicación de los AP dentro de la intranet de la ESPOCH.

Tabla III. I Ubicación de los Access Point en la ESPOCH

Ubicación	Cant.	Características Generales
Fac. de Nutrición y Dietética	2	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(1)/Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Fac. de Administración de Empresas	4	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(3)/Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Fac. Mecánica	2	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(1) /Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Ing. Electrónica	2	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(1) /Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Ing. Sistemas	2	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(1) /Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Ing. Diseño Grafico	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
DTIC	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica

EPEC	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Biblioteca	2	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(1) /Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Edificio Central	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Fac. Ciencias Pecuarias	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Fac. Ciencias	2	Fabricante: Cisco Modelo: 1310G Descripción: AP Interno(1) /Externo(1) Aironet Red Inalámbrica
Fac. Recursos Naturales	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Escuela de Física y Matemática	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Dep. Médico	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Edificio Administrativo de RRNN	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Proyectos de Investigación	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Idiomas	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Auditorio	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
Edificio de la FIE y Ciencias	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica
FEPOCH	1	Fabricante: Cisco Modelo: 1131AG Descripción: AP Interno Aironet Red Inalámbrica

Fuente: DTIC de la ESPOCH

A continuación en la figura 12 se detalla cómo está conformada la Intranet de la ESPOCH.

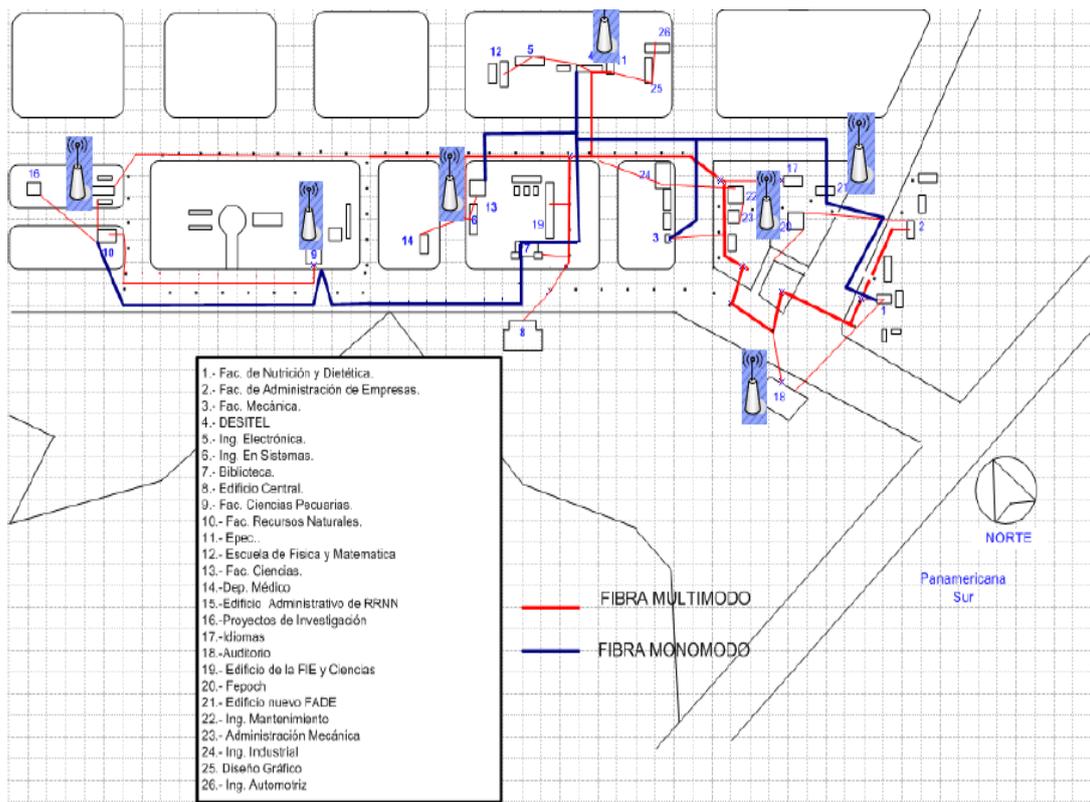


Figura 12. Intranet de la ESPOCH

Fuente: DTIC de la ESPOCH

La figura anterior detalla la conexión interna de la red de la Institución, donde es indispensable la utilización de subredes para interconectar: Escuelas, Facultades, Bibliotecas, Dispensario médico, DTIC, Edificios Administrativos, Centro de Idiomas, etc.

La red de la ESPOCH cuenta con dispositivos de comunicación que permiten la transferencia de archivos los cuales están interconectados por medios guiados. La tabla III.II muestra una descripción general de los medios de transmisión que están implementados en la red de la ESPOCH.

Tabla III. II Medios de transmisión implementados en la red de la ESPOCH

Medio de Transmisión	Ubicación	Descripción Generales
Par trenzado (cobre)	Oficina, departamentos, salas de profesores, etc.	Cableado horizontal y conexión de equipos y dispositivos finales.
Fibra Óptica	Conecta Facultades, edificios de la ESPOCH, etc.	Transmisión mediante Backbone de campus.

Fuente: DTIC de la ESPOCH

- a) **Par trenzado (cobre)** que son utilizados para el cableado horizontal y conexiones a equipos finales implementados en laboratorios, oficinas, sala de profesores, etc. Es decir para interconectar ordenadores a distancias cortas.
- b) **Fibra Óptica** que permite la comunicación entre facultades, edificios Administrativos, etc. Facilitando la transmisión de información mediante el Backbone de campus.

3.2 Topología de red

La Institución cuenta con una topología estrella que interconectan a los dispositivos de red, utiliza un nodo principal que enlaza a las facultades y edificios mediante una conexión de cableado denominado Backbone de Campus, dentro de cada edificio cuenta con un cableado vertical que conecta a cada uno de los pisos. La desventaja de este tipo de topología de red es que si falla un nodo o enlace, se decae el tramo de red que interconectaba ese nodo o enlace. Véase en la figura 13.

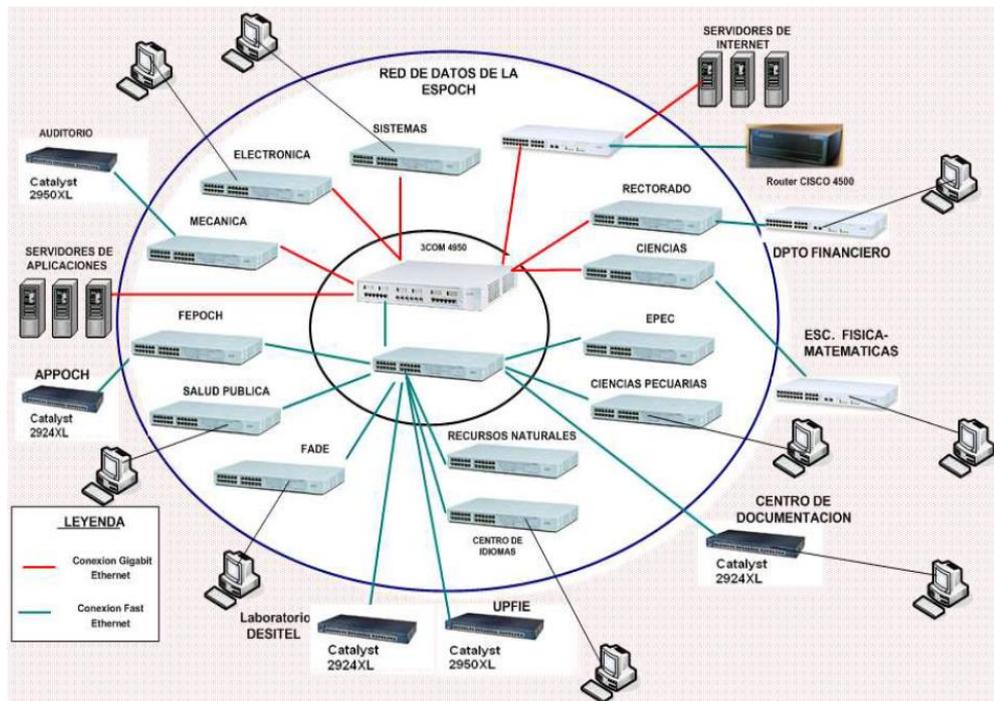


Figura 13. Topología de red ESPOCH

Fuente: DTIC de la ESPOCH

Existen enlaces de ordenador a ordenador denominados conexiones punto a punto, los cuales son implementados en algunas oficinas o departamentos debido a que necesitan una comunicación directa para el compartimiento de archivos.

La Institución además cuenta con una topología malla (figura 12) que está implementada en la red inalámbrica la cual interconecta ordenadores localizados dentro de la Institución, mediante Access Points.

La ESPOCH maneja direcciones IP públicas y Privadas, donde el rango de direcciones privadas no se mencionará debido a que pueden ser atacadas y perjudicar a la Institución; las direcciones IP públicas son proporcionadas por TELCONET debido a un contrato establecido la cual cuenta con el siguiente rango.

Dirección de red: 201.218.5.0 / 24

Rango de direcciones IP Públicas: 201.218.5.1 - 201.218.5.254

Estas direcciones son proporcionadas a los servidores de la ESPOCH para que los estudiantes, profesores, empleados y personas en particular puedan acceder desde cualquier parte por medio del Internet al sistema académico de la ESPOCH.

3.3 Servicios que ofrece la ESPOCH

La ESPOCH dispone de un gran grupo de servicios de red, permitiendo que la comunicación sea más eficiente. Algunos servicios ofrecidos por la Institución garantizan la entrega de los paquetes transmitidos por la red, esto se da gracias a que utilizan la encriptación de datos en las redes VPN (Redes Privadas Virtuales) para cierta información de carácter privado. A continuación se presenta una tabla sobre los servicios de datos y streaming.

Tabla III. III Servicios de datos y streaming que ofrece la ESPOCH

Servicio	Protocolos	Elementos	Software
Datos	TCP, FTP	Servidor FTP Equipos emisor y receptor de archivos.	WinSCP (Software Libre)
Streaming	UDP, RTP	Servidor streaming Equipos emisor webcams micrófonos	Isabel (Software Libre)

Fuente: Propia

a) Servicio de Datos: La red de la ESPOCH poseen un servidor de datos que aloja recursos como software y archivos para el uso de los estudiantes y docentes dentro de la intranet de la ESPOCH. Al no estar disponible el servicio de repositorio de archivos desde fuera de la Institución, dificulta a los estudiantes utilizar determinado programa para realizar prácticas o cumplir con tareas de manera eficiente; es así que mediante el estudio sobre el servicio de Datos se determinó la factibilidad de que estos servicios puedan tener acceso desde cualquier lugar mediante las peticiones de nombre de usuario y contraseña.

Utiliza el protocolo de capa de transporte TCP debido a que requieren que los datos lleguen completos y el protocolo de capa de aplicación FTP para la transferencia de archivos. Para su implementación se requiere: un servidor FTP debido a que es el motor principal donde se sube y se descarga la información, equipos emisor y receptor de ficheros para subir y descargar archivos respectivamente, se necesita instalar un software libre en las maquinas clientes denominado WinSCP para poder conectarse al servidor FTP.

b) Servicio Streaming: Actualmente la Institución no cuenta con un servidor de servicio Streaming, por el momento solo tienen una cuenta en Ustream, el cual al terminar el tiempo de prueba emite publicidades junto a la multimedia, mostrando mal aspecto y siendo una forma de distracción para los que acceden al sitio; en vista de los inconvenientes suscitados surge la necesidad de contar con un servicio Streaming para videoconferencias efectuadas dentro de la Institución (en tiempo real y no tiempo real), publicar archivos multimedia de actividades y programas por

desarrollar y las que ya han sido efectuadas; de esta manera mantener informado a todo el personal que forman parte de la Institución y al público en general sobre los avances de la Institución.

Utiliza el protocolo de capa de transporte UDP debido a que requieren que los paquetes multimedia (audio, video) lleguen sin interrupciones y el protocolo de capa de sesión RTP utilizados para la transferencia de información en tiempo real. Para su implementación se requiere: un servidor Streaming donde se va a subir y descargar los archivos multimedia, equipo emisor con webcams y micrófono para grabar videoconferencias en tiempo real, se necesita instalar un software libre denominado Isabel para poder conectarse al servidor Streaming.

- c) **Servicio de Voz o telefonía IP:** Este tipo de servicio que ofrece la Institución permite la comunicación entre usuarios tales como: Oficinas de las facultades, departamentos, edificios, etc. Proporciona una manera de dotar servicios consistentes a todos sus empleados en sus lugares de trabajo. Para una mejor apreciación sobre la telefonía IP véase en la figura 14.

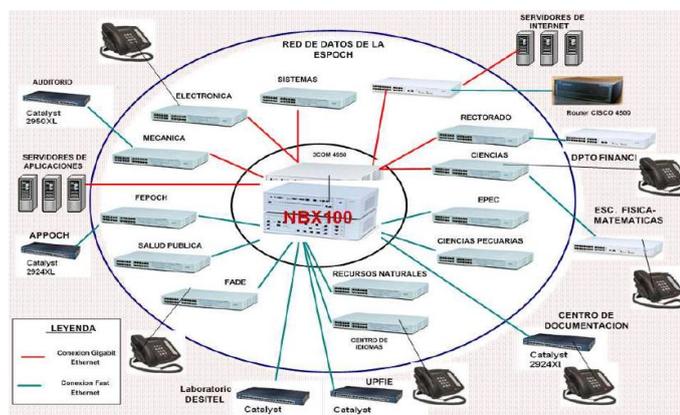


Figura 14. Red con Telefonía IP

Fuente: DTIC de la ESPOCH

d) **Otros servicios:** La Institución cuenta con servicios de transferencia de paquetes en tiempo real y no tiempo real, servicios de redes VPN, Correo Institucional, Servicios WEB, control biométrico de personal que ayuda a inspeccionar la entada y salida de los mismos en la Institución, entre otros servicios que ayudan a crecer a la ESPOCH. Para una mejor apreciación de lo expuesto, véase en la figura 15.

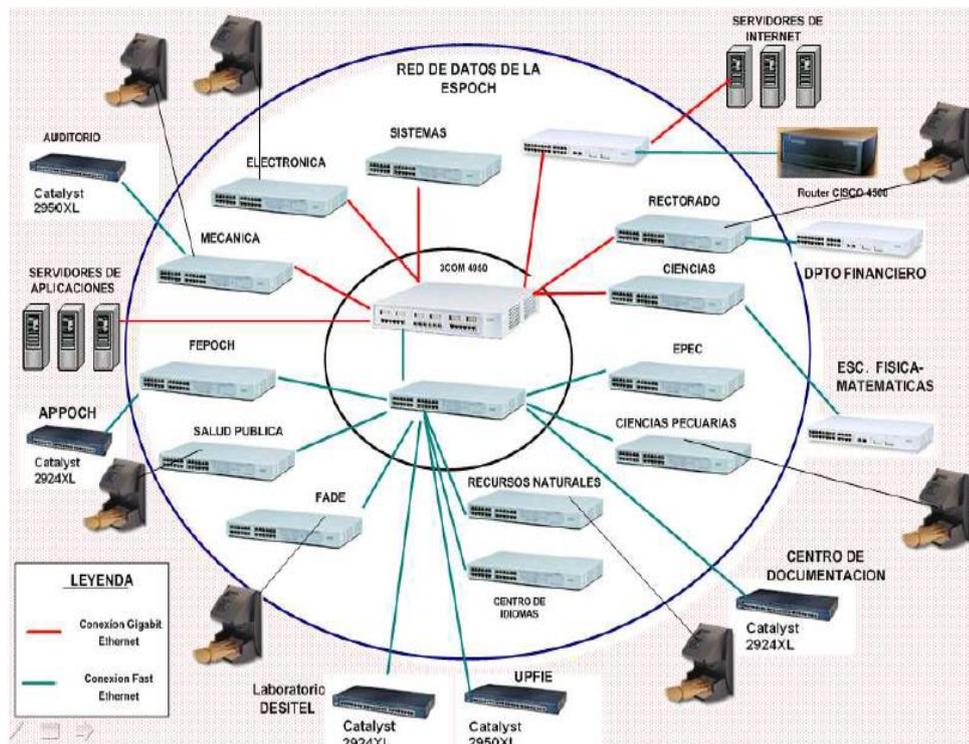


Figura 15. Servicios de control biométrico

Fuente: DTIC de la ESPOCH

La red cuenta con servidores: FTP, HTTP, DNS, SNMP, DHCP, Proxy, Servidor de Sistema Académico, Servidor de Base de datos, Servidor VoIP los cuales se encuentran ubicados en DTIC de la ESPOCH.

Utilizan un mecanismo de calidad de servicio denominado Best-Effort (Mejor esfuerzo) la misma que es una configuración por defecto en las redes de datos.

3.4 Dispositivos que interconecta la red de la ESPOCH

La Institución dispone de dispositivos que permite la interconexión de toda la infraestructura local de comunicación de la red de la ESPOCH los cuales son mencionados a continuación (Tabla III.IV).

Tabla III. IV Dispositivos que interconecta la red de la ESPOCH

Cantidad	Tipo	Fabricante	Modelo	Descripción
1	Switch	Cisco	4507	Sw Core
8	Switch	Cisco	3560G	Sw Distribución y Acceso
1	Switch	Cisco	3560G	Sw Distribución y Acceso
7	Access Point	Cisco	1310G	AP Externo Aironet Red Inalámbrico
23	Access Point	Cisco	1131AG	AP Interno Aironet Red Inalámbrico
3	Switch	Cisco	2950	Sw Acceso
5	Switch	3COM	4400	Sw Acceso
4	Switch	3COM	4200	Sw Acceso
3	Switch	3COM	4228G	Sw Acceso
1	Switch	3COM	3824	Sw Acceso
3	Switch	3COM	4400 SE	Sw Acceso
1	Switch	3COM	4500	Sw Acceso
4	Switch	3COM	4226T	Sw Acceso
1	Switch	3COM	4950	Sw Distribución
1	Switch	3COM	3300 FX	Sw Distribución
1	Firewall	3COM	3CR16110	Dispositivo de Seguridad
1	Firewall	Cisco	PIX 525	Dispositivo de Seguridad PIX

1	Firewall	Fortigate	400 ^a	Dispositivo de Seguridad Fortigate
1	Packetshaper	Packeteer	6500	Dispositivo QoS de control de flujo y filtrado
1	Router	Cisco	4500	Dispositivo para enrutamiento exterior

Fuente: DTIC de la ESPOCH

Estos dispositivos son los que han sido registrados por la DTIC de la ESPOCH en los últimos tiempos, aunque actualmente están implementando y cambiando nuevos dispositivos los cuales no han sido registrados.

La Institución como tal ofrece varios servicios, cuenta con una estructura LAN bien diseñada y apta para ofrecer servicios dentro y fuera de la red institucional, esto se debe a la implementación de los diferentes dispositivos que conforman la red desde el ingreso de la Internet hasta la distribución a toda la intranet de la ESPOCH (figura 16).

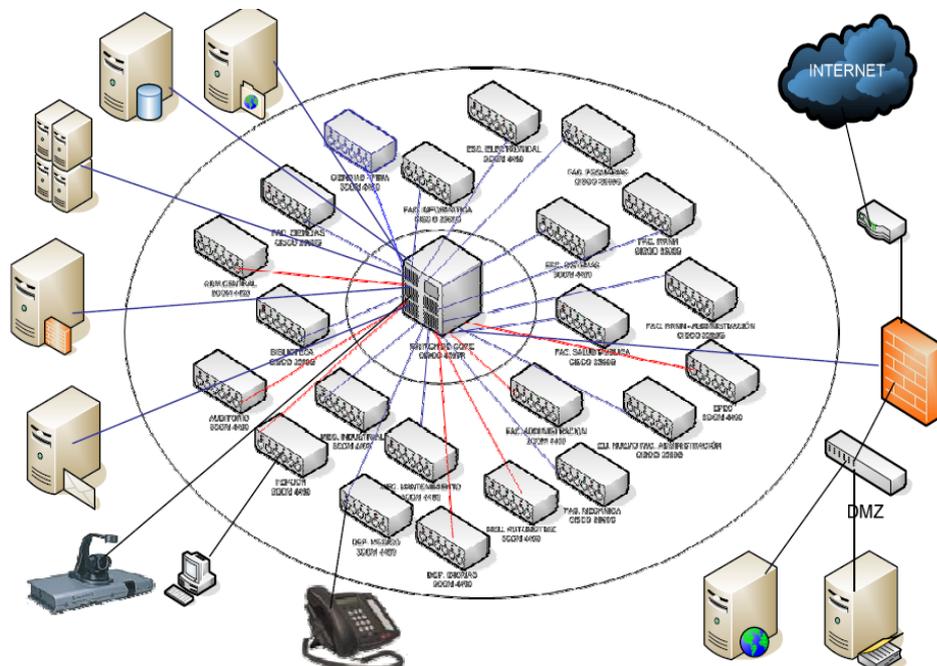


Figura 16. Diseño lógico de la Intranet de la ESPOCH

Fuente: DTIC de la ESPOCH

3.5 Estudio del ISP de la ESPOCH

El proveedor de servicio de Internet de la Institución es TELCONET, el cual brinda doble servicios por medio de un enlace físico de fibra óptica, es decir cuenta con dos canales por el cual la ESPOCH puede manejar información, uno de estos canales utiliza Red Clara con un ancho de banda de 450 MB, el cual es muy amplio pero solo es aprovechado por la Institución en mínimo porcentaje, debido a que es una red de tipo universitaria utilizada con fines investigativos; el otro canal es para el uso de Internet comercial, que ofrece a la Institución un ancho de banda de 400 MB.

Este estudio está enmarcado a la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP, donde se describe los dispositivos que forman el backbone de TELCONET (Tabla III.V) y como se conecta a la red de la ESPOCH.

Tabla III. V Dispositivos que forman el backbone de TELCONET

Tipo	Denominaciones	Descripción
Router	PE1UIOG	LSR y LER Enruta el trafico entrante
Router	PE1UIOM	LSR y LER Enruta el trafico entrante
Router	CAT6500G	Nodo principal del core
Router	CAT6500M	Nodo principal del core
Router	PE2UIOG	LSR y LER Enruta el trafico entrante
Router	PE2UIOM	LSR y LER Enruta el trafico entrante
Switch	SW1AGUIOM	Administran segmentos de red
Switch	SW1AGUIOG	Administran segmentos de red
Switch	SW2AGUIOM	Administran segmentos de red

Switch	SW2AGUIOG	Administran segmentos de red
CPE	CPE	Interconecta la red del cliente con la de TELCONET
Switch	SWNODOS	Nodos de la red

Fuente: Luisana Nieto – Pablo Hidalgo L

TELCONET es una empresa portadora dedicada a brindar servicios de Internet y transferencia de archivos. El Backbone está ubicado en Quito, se encuentra implementado en un modelo de 3 capas (core, distribución y acceso), dispone de dispositivos de conmutación y enrutamiento marca CISCO, empleando la tecnología MPLS. Para una mejor apreciación del modelo de 3 capas del Backbone de TELCONET, véase en la figura 17.

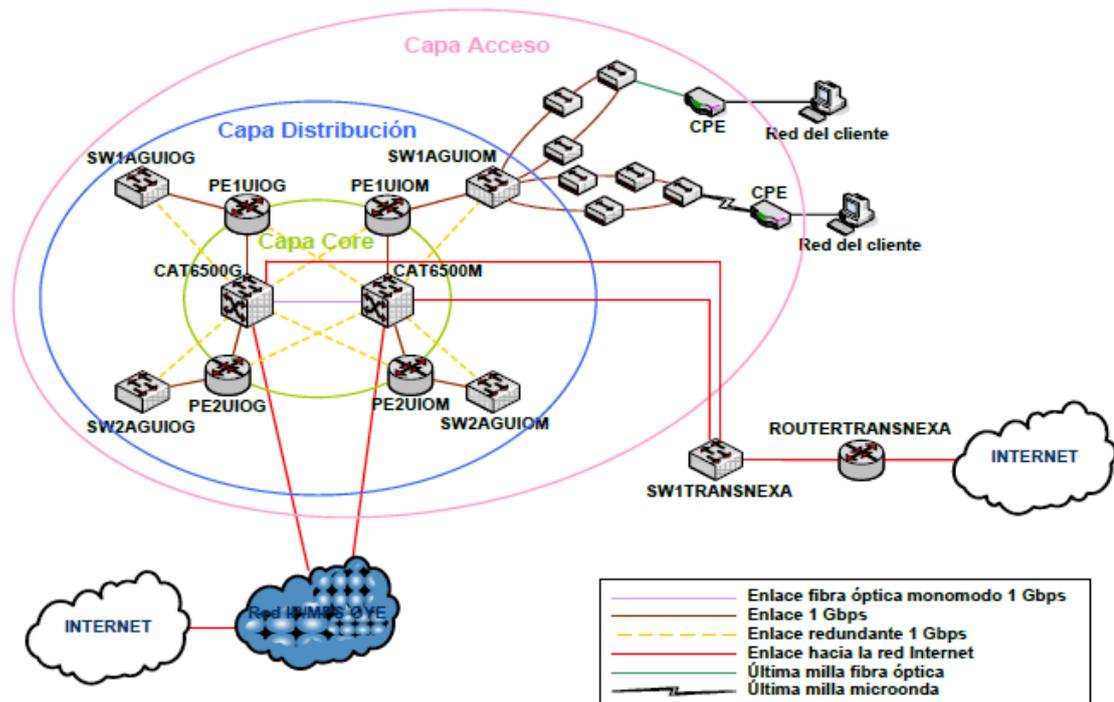


Figura 17. Modelo de 3 capas del backbone de TELCONET

Fuente: Luisana Nieto – Pablo Hidalgo L

La capa núcleo (core) está conformada por 2 nodos principales como CAT6500G y CAT6500M los cuales concentran el tráfico de la red, formando enlaces redundantes en forma de malla para la conexión de dispositivos en la ciudad de Guayaquil, debido a que estas son las dos ciudades que conforman el Backbone principal. Además cuenta con otros dispositivos de core denominados: PE1UIOG, PE2UIOG, PE1UIOM y PE2UIOM; los cuales distribuyen y concentran el tráfico, estos permiten la migración de la Tecnología IP a MPLS los cuales cumplen la función de LSR y LER.

La capa de distribución cuenta con nodos que permiten la formación de segmentos de red con enlaces redundantes para los casos de colapso o fallas, a estos se los denominan: SW1AGUIOG, SW2AGUIOG, SW1AGUIOM y SW2AGUIOM. Sus funciones principales son la gestión de los nodos de red que se encuentran conectados al mismo.

La función principal de la capa de acceso es la interconexión de los clientes con la red de TELCONET, cuentan con una gran cantidad de nodos los cuales están ubicados en las distintas provincias y ciudades del país, estos nodos finales están conectados a un equipo terminal de abonados denominado CPE el cual conecta la red del cliente con la red de TELCONET [23].

Los clientes pueden contratar dos tipos de enlaces los cuales son punto a punto o multipunto. El enlace punto a punto dispone de una última milla el cual no es compartido o distribuido hacia otros clientes, en cambio los enlaces multipunto comparten la última milla y proveen servicio a otros clientes [23].

TELCONET cuenta con una extensión en Riobamba para brindar servicios de Internet a algunas empresas e instituciones de la ciudad, en lo referente a la ESPOCH brinda sus servicios utilizando un equipo terminal de abonados (CPE) el cual conecta la red de la Institución con la red de TELCONET, vale mencionar que este equipo es alquilado a la ESPOCH.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se realiza el diseño de la investigación que ayudará en la comprobación de la hipótesis; se ha seleccionado el tipo de investigación Descriptiva y de Laboratorio; de la misma manera se especifica el método científico y las técnicas de la recolección de información como Observación, Documentación, Cuestionario y Entrevista; se explica cuáles son los instrumentos o herramienta de implementación del escenario e inyección de tráfico como GNS3 y D-ITG respectivamente, además se expone el procesamiento de la información y ambientes de prueba según el tipo de configuración de cada escenario hasta obtener resultados para su análisis posterior.

4.1 Diseño de la investigación

Se utiliza el diseño Cuasi Experimental como diseño de la investigación debido a que se escoge muestras intencionales o dirigidas para la implementación de los escenarios de pruebas.

Se inyectará tráfico de Datos y Streaming en las redes emuladas, dependiendo del protocolo de capa de transporte (TCP o UDP). Los escenarios de prueba son implementados de la siguiente manera: el primero con MPLS y sin mecanismos de QoS, el segundo con MPLS y DiffServ (mecanismo de QoS), los cuales serán comparados y analizados mediante los indicadores o parámetros de QoS (Latencia, Jitter y Pérdida de paquetes).

A continuación se plantea 2 preguntas que ayudan a definir el escenario para medir los indicadores de calidad

1) ¿Cuál es la red que se va a emular con NGN y sin NGN?

Escenario: El escenario de prueba se tomará como base la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN que se conecta con la red del ISP. Se escogió este escenario debido a que las NGN se acoplan a la arquitectura de red WAN y no a la arquitectura de red LAN como es el caso de la ESPOCH.

2) ¿Qué elementos de la red se va a emular?

Se escoge a un grupo de dispositivos de red (router) debido a que la red del ISP cuenta con una gran cantidad de nodos (Anexo II), donde se ha seleccionado aquellos nodos

que unen la red del ISP con la LAN de la ESPOCH, por lo cual se puede deducir que se está utilizando muestras intencionales.

Una vez definido el diseño de la investigación se procede a especificar el tipo de estudio del presente proyecto.

4.2 Tipo de estudio

Este proyecto es de tipo descriptivo y de laboratorio, los cuales son descritos a continuación.

Investigación Descriptiva: Se ha escogido este tipo de investigación debido a que ayuda a la descripción de las características del objeto de estudio como: definir las redes actuales y redes NGN, descripción de los parámetros de calidad de servicios en transferencia de datos y Streaming, estructura física o arquitectura de dichas redes, tipos de mecanismos de calidad de servicio que utilizan las redes actuales y redes NGN, entre otras opciones que son utilizadas para profundizar el conocimiento del problema a resolver.

Investigación de Laboratorio: Se ha escogido este tipo de investigación debido a que se utiliza ambientes de prueba (salida a la WAN de la red de la ESPOCH) y herramientas (GNS3 y D-ITG) para la emulación de los escenarios con Calidad de servicio y sin ella.

4.3 Métodos, técnicas e instrumentos de medición

Este proyecto es de tipo investigativo y aplicativo, es por ello que para su desarrollo será necesaria la aplicación del método científico que será descrito a continuación.

4.3.1 Método Científico

Se utiliza este método por las siguientes razones:

- ✓ Se ha planteado la investigación mediante un análisis comparativo de las redes actuales y NGN, para lo cual se emula la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN implementando mecanismo de calidad de servicio.
- ✓ Se ha formulado la hipótesis de investigación (análisis comparativo de QoS entre la red actual y la NGN) la cual será comprobada al final de dicho estudio.
- ✓ Se realizó levantamiento o recopilación de la información mediante cuestionarios que fueron respondidos por uno de los personales de la Superintendencia de Telecomunicaciones y la DTIC de la ESPOCH.
- ✓ De los resultados obtenidos con la herramienta D-ITG se realiza el análisis e interpretación de los parámetros de calidad de servicio.
- ✓ Una vez culminado los pasos anteriores, se llega a la comprobación de la hipótesis de investigación y a la difusión de resultados.

Todos estos pasos o procedimientos mencionados deben ser cumplidos con eficiencia para llegar a la comprobación de la hipótesis y obtener resultados validos que puedan ser comprobados y servir como guía para otros tipos de investigaciones de la misma rama.

4.3.2 Técnicas

Las técnicas de investigación se ha utilizado para recolectar, procesar y analizar la información sobre el objeto de estudio, tales como:

- ✓ **Observación:** La misma que ha permitido observar el prototipo implementado (salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP), tomar resultados y registrar para su posterior análisis.
- ✓ **Documentación:** Se ha utilizado documentos tales como: páginas web, tesis, libros electrónicos, paper y archivos relacionados a la red de la ESPOCH.
- ✓ **Encuesta:** Esta técnica fue utilizada para recolectar información del proveedor de servicios de Internet (TELCONET) y de la Institución educativa (ESPOCH), utilizando el instrumento cuestionario, para realizar el respectivo análisis relacionado a la calidad de servicio de la red.
- ✓ **Entrevista:** Con esta técnica se consiguió información acerca de los servicios que ofrece el ISP, donde se formuló preguntas verbales a uno de los administradores de la Superintendencia de Telecomunicaciones debido a que es un organismo de control. También se formuló preguntas verbales a uno de los administradores de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación (DTIC) para recabar información de la red interna de la ESPOCH y la salida hacia la WAN que se conecta con el ISP.

4.3.3 Instrumentos de medición

Para la implementación del escenario emulado y su respectiva inyección de tráfico en la red, se utilizó dos tipos de instrumentos o herramientas tales como:

- ✓ **GNS3:** Se utilizó este tipo de herramienta para emular el escenario de pruebas con calidad de servicio y sin ella.

- ✓ **D-ITG:** Esta herramienta fue implementada para inyectar tráfico de datos y streaming en la red emulada. Además permite analizar los parámetros de calidad de servicio tales como: latencia, jitter y pérdida de paquetes; los cuales han sido emitidos como respuesta al terminar el proceso de inyección de tráfico.

4.4 Procesamiento de la información

Para realizar el estudio sobre la calidad de servicios que ofrecen las redes actuales y redes NGN, se ha recopilado información de libros electrónicos, artículos científicos, y páginas web.

Para el respectivo análisis de calidad de servicio se ha seleccionado parámetros de QoS tales como: Latencia, Jitter y Pérdida de paquetes. Los resultados obtenidos de dichos parámetros dependen de los tipos de servicios que serán inyectados en la red (datos y streaming).

A continuación se detalla el proceso para implementar el escenario.

- ✓ Se realizó un estudio de la estructura de la red del ISP (TELCONET).
- ✓ Se diseñó un escenario de pruebas de la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP; la cual fue emulada en la herramienta GNS3.
- ✓ Se configuró cada uno de los dispositivos de red implementados en el escenario de prueba de la siguiente manera: asignación de direcciones red, encaminamientos mediante OSPF, implementación de MPLS sobre redes IP, etc.

- ✓ Se acopló los adaptadores de red, para sincronizar la maquina emulada de emisión de tráfico con la maquina física y la maquina emulada de recepción de tráfico con la máquina virtual.
- ✓ Se instaló la herramienta de inyección de tráfico (D-ITG), en la maquina física y virtual respectivamente.
- ✓ Finalmente se configuró la herramienta de inyección de tráfico para datos y streaming, con calidad de servicio y sin ella.

Mediante los procesos descritos se consiguió información para ser analizada, utilizando gráficos estadísticos.

4.5 Ambiente de pruebas

Se configura el escenario en el emulador GNS3, se realiza los ajustes de la herramienta D-ITG y posteriormente para efectuar la captura de datos.

4.5.1 Configuración del escenario de prueba en GNS3

A continuación se detalla los dispositivos de red que fueron utilizados para el escenario de ambiente de pruebas (figura 18):

- ✓ 6 routers Cisco (4 LSR - 2 LER)
- ✓ 2 switch Cisco
- ✓ 2 PCs (una física y otra virtual)

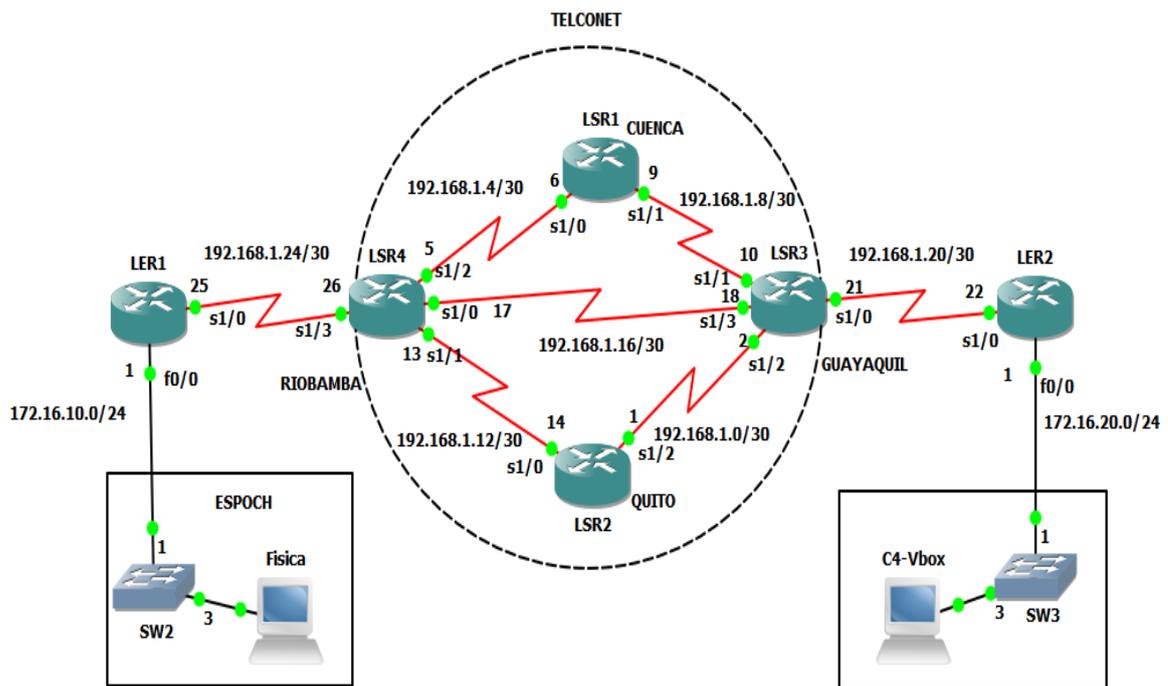


Figura 18. Ambiente de Prueba

Fuente: Propia

En la siguiente tabla se describe las características de los dispositivos de red.

Tabla IV. I Características de los dispositivos emulados

Dispositivos	Característica
Router	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Router Cisco 7206VXR NPE-400 ✓ Memoria RAM: 256 MB ✓ Interfaz: Ethernet, Fast Ethernet, 100VG-AnyLAN, Token Ring, Fiber Distributed Data Interface (FDDI) (no disponible para VXR), serie, ISDN (RDSI) de acceso primario. ✓ Cobertura de red LAN y WAN de alta densidad. ✓ Conectividad ATM y Packet over SONET. ✓ Conectividad directa Circuit Emulation Standard (CES) ATM para voz, datos y vídeo. ✓ T3/E3 y T1/E1 multicanal de alta densidad con unidad deservicio de canal/unidad de servicio de datos (CSU/DSU) integrada. ✓ Conmutación Ethernet Capa 2 de baja densidad. ✓ Conectividad digital con el codificador-descodificador de voz y vídeo (CODEC) de centralitas telefónicas (PBX) T1/E1.

Switch	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cisco Catalyst -24PC-L ✓ Tipo de dispositivo: Conmutador – Managed ✓ Memoria RAM: 64 MB, Memoria Flash: 32 MB ✓ Cantidad de puertos: 24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX ✓ Velocidad de transferencia de datos 100 Mbps ✓ Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast-Ethernet
Laptop	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Portátil ASUS X552CL Procesador Intel Core-I5 4 GB RAM SO Windows 7 Ultimate X64 Disco duro 500 GB ✓ Máquina virtual (VirtualBox) SO Windows 7 Ultimate X32 512 MB RAM Disco duro 25 GB

Fuente: Propia

Configuración de los dispositivos de red

Las configuraciones se basan en las direcciones expuestas a continuación.

Tabla IV. II Direcciones empleadas para la emulación

EQUIPOS	INTERFAZ	DIRECCIONES IP	Subnet Mask	Default Gateway	AREA
LER 1	F0/0	172.16.10.1	255.255.255.0	-----	1
	S1/0	192.168.1.25	255.255.255.252	-----	1
LER 2	F0/0	172.16.20.1	255.255.255.0	-----	2
	S1/0	192.168.1.22	255.255.255.252	-----	2
LSR 1	S1/0	192.168.1.6	255.255.255.252	-----	0
	S1/1	192.168.1.9	255.255.255.252	-----	0
LSR 2	S1/0	192.168.1.14	255.255.255.252	-----	0
	S1/2	192.168.1.1	255.255.255.252	-----	0
LSR3	S1/0	192.168.1.21	255.255.255.252	-----	2
	S1/1	192.168.1.10	255.255.255.252	-----	0
	S1/2	192.168.1.2	255.255.255.252	-----	0
	S1/3	192.168.1.18	255.255.255.252	-----	0

LSR4	S1/0	192.168.1.17	255.255.255.252	-----	0
	S1/1	192.168.1.13	255.255.255.252	-----	0
	S1/2	192.168.1.5	255.255.255.252	-----	0
	S1/3	192.168.1.26	255.255.255.252	-----	1
PC-ESPOCH	NIC	172.16.10.2	255.255.255.0	172.16.10.1	-----
SERVER	NIC	192.16.20.2	255.255.255.0	172.16.20.1	-----

Fuente: Propia

A continuación se muestra la configuración de direcciones IP y la implementación del protocolo OSPF.

Asignación de direcciones IP

LSR4 #enable

LSR4 #configure terminal

LSR4 #interface s1/0

LSR4 #ip address 192.168.1.17 255.255.255.252

LSR4 #clockrate 64000

LSR4 #no shutdown

LSR4 #interface s1/1

LSR4 #ip address 192.168.1.13 255.255.255.252

LSR4 #clockrate 64000

LSR4 #no shutdown

LSR4 #interface s1/2

LSR4 #ip address 192.168.1.5 255.255.255.252

LSR4 #clockrate 64000

LSR4 #no shutdown

LSR4 #interface s1/3

LSR4 #ip address 192.168.1.26 255.255.255.252

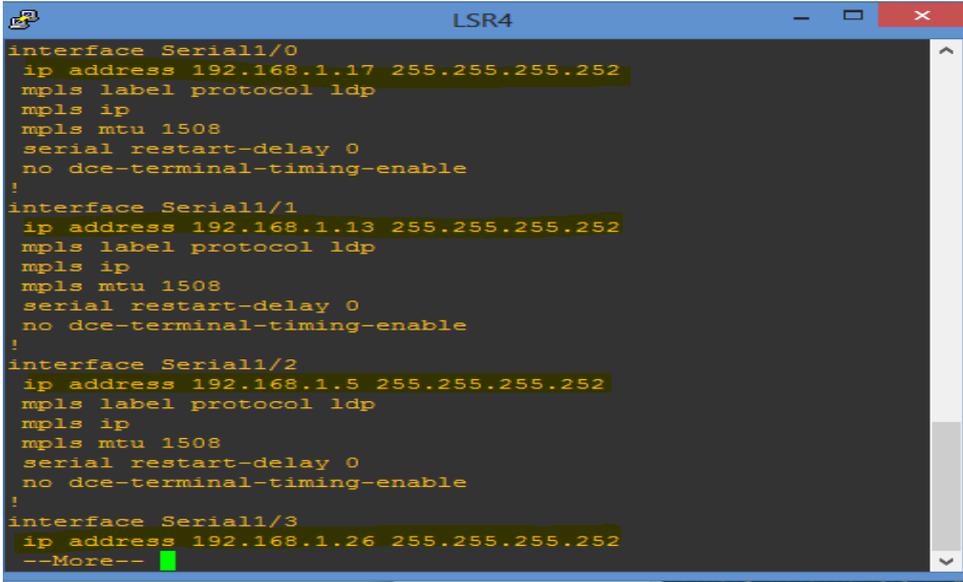
LSR4 #clockrate 64000

LSR4 #no shutdown

LSR4 #end

LSR4 #wr

A continuación en la figura 19 muestra la implementación de direcciones IP en GNS3.



```
interface Serial1/0
ip address 192.168.1.17 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/1
ip address 192.168.1.13 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/2
ip address 192.168.1.5 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/3
ip address 192.168.1.26 255.255.255.252
--More--
```

Figura 19. Asignación de Direcciones IP

Fuente: Propia

Se aplica la misma configuración a los routers LER1, LER2, LSR1, LSR2, LSR3 con sus respectivas direcciones IP.

✓ Para ver la configuración de direcciones IP se emplea el siguiente comando:

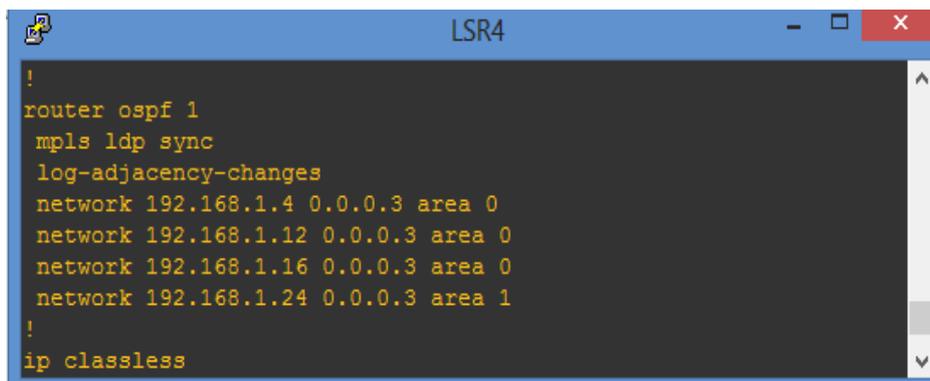
LSR4 #show ip interface brief (ver configuración de direcciones IP)

Configuración OSPF

LSR4 #enable

```
LSR4 #configure terminal
LSR4 #router ospf 1
LSR4 # network 192.168.1.4 0.0.0.3 area 0
LSR4 # network 192.168.1.12 0.0.0.3 area 0
LSR4 # network 192.168.1.16 0.0.0.3 area 0
LSR4 # network 192.168.1.24 0.0.0.3 area 1
LSR4 #end
LSR4 #wr
```

A continuación en la figura 20 muestra la configuración de OSPF en GNS3.



```
!
router ospf 1
 mpls ldp sync
 log-adjacency-changes
 network 192.168.1.4 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.1.12 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.1.16 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.1.24 0.0.0.3 area 1
!
ip classless
```

Figura 20. Configuración OSPF

Fuente: Propia

Se aplica la misma configuración a los routers LER1, LER2, LSR1, LSR2, LSR3 con sus respectivas áreas y direcciones de red.

✓ **Para ver la configuración de OSPF se emplea los siguientes comandos:**

LSR4 #show ip ospf interface (ver configuración OSPF)

LSR4 #show ip ospf neighbor (ver configuración OSPF vecinas)

LSR4 #show running-config (ver todas la configuración del router)

Verificación de conectividad entre routers

LSR4 #ping 192.168.1.22

LSR4 #ping 172.16.20.1

LSR4 #ping 172.16.10.1

LSR4 #ping 192.168.1.1

Configuración MPLS

Esta configuración se emplea a los router, indicando las interfaces que van a ser configuradas, las mismas que serán expuesto a continuación.

✓ Configuración del protocolo MPLS

LSR4 #enable

LSR4 #configure terminal

LSR4 #ip cef

LSR4 #int s1/0

LSR4 #mpls ip

LSR4 #mpls label protocol ldp

LSR4 #int s1/1

LSR4 #mpls ip

LSR4 #mpls label protocol ldp

LSR4 #int s1/2

LSR4 #mpls ip

LSR4 #mpls label protocol ldp

LSR4 #int s1/3

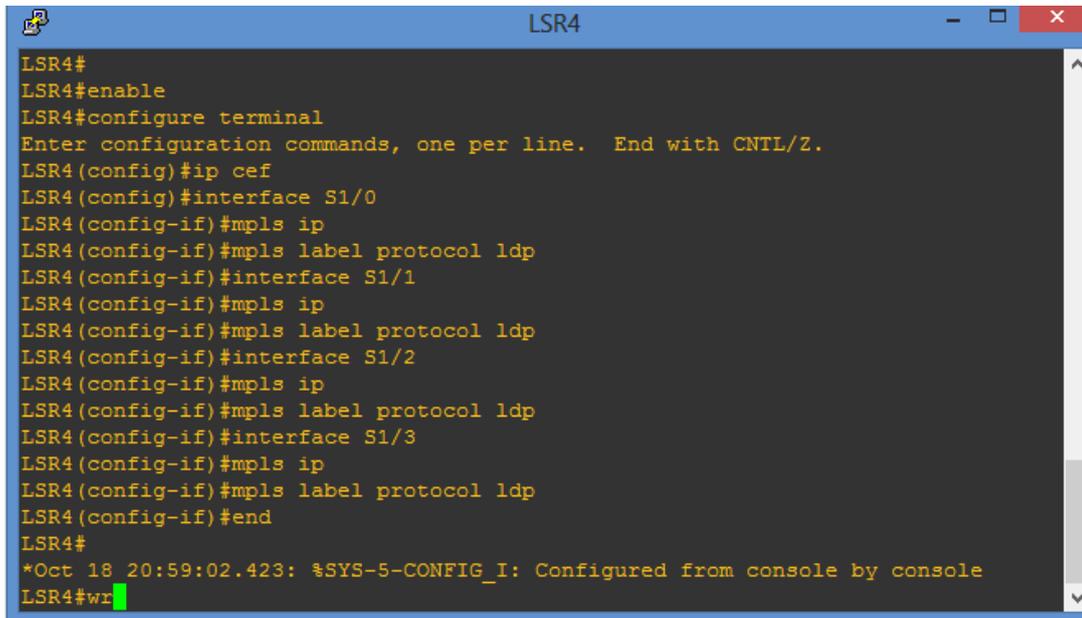
LSR4 #mpls ip

LSR4 #mpls label protocol ldp

LSR4 #end

LSR4 # wr

A continuación en la figura 21 muestra la configuración de MPLS en GNS3.



```
LSR4#
LSR4#enable
LSR4#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
LSR4(config)#ip cef
LSR4(config)#interface S1/0
LSR4(config-if)#mpls ip
LSR4(config-if)#mpls label protocol ldp
LSR4(config-if)#interface S1/1
LSR4(config-if)#mpls ip
LSR4(config-if)#mpls label protocol ldp
LSR4(config-if)#interface S1/2
LSR4(config-if)#mpls ip
LSR4(config-if)#mpls label protocol ldp
LSR4(config-if)#interface S1/3
LSR4(config-if)#mpls ip
LSR4(config-if)#mpls label protocol ldp
LSR4(config-if)#end
LSR4#
*Oct 18 20:59:02.423: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
LSR4#wr
```

Figura 21. Configuración MPLS

Fuente: Propia

Se aplica la misma configuración a las interfaces de entrada y salida de los routers LSR1, LSR2, LSR3, LER1, LER2; a excepción de las interfaces Fast-Ethernet.

✓ **Para ver la configuración de MPLS se emplea los siguientes comandos:**

LSR4 #show mpls int (ver la configuración de mpls)

LSR4 #show mpls ldp neighbor (muestra las redes vecinas)

Sincronización entre OSPF y MPLS

La sincronización de estos dos protocolos es importante para evita la pérdida de paquetes que son transmitidos por la red, esto se debe a que MPLS establece rutas virtuales con LDP y OSPF establece la ruta más corta.

```
LSR4 #enable
```

```
LSR4 #configure terminal
```

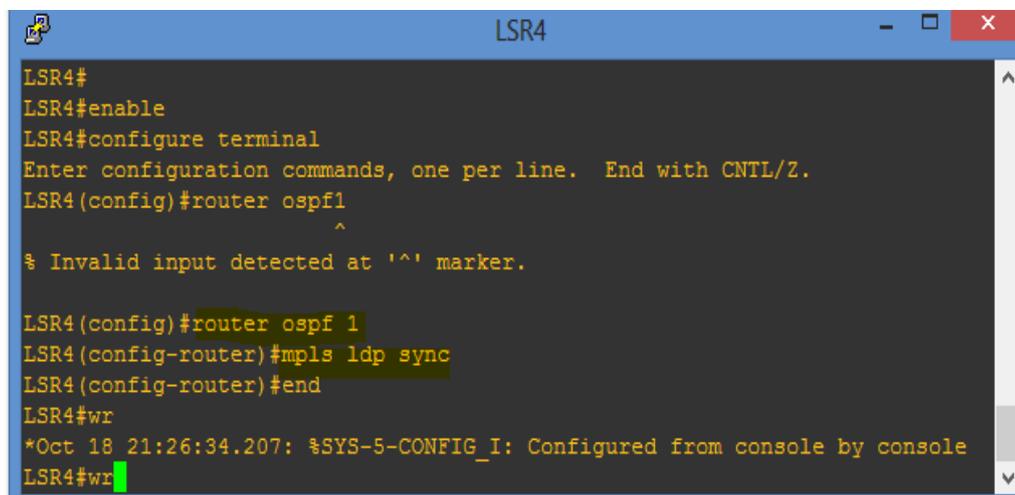
```
LSR4 # router ospf 1
```

```
LSR4 # mpls ldp sync
```

```
LSR4 # end
```

```
LSR4 # wr
```

A continuación en la figura 22 muestra la configuración de la sincronización en GNS3.



```
LSR4#
LSR4#enable
LSR4#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
LSR4(config)#router ospf1
      ^
% Invalid input detected at '^' marker.

LSR4(config)#router ospf 1
LSR4(config-router)#mpls ldp sync
LSR4(config-router)#end
LSR4#wr
*Oct 18 21:26:34.207: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
LSR4#wr
```

Figura 22. Sincronización entre OSPF y MPLS

Fuente: Propia

Se aplica la misma configuración a los routers LSR1, LSR2, LSR3, LER1, LER2. Para ver las configuraciones de los demás routers revisar el Anexo I.

- ✓ Para verificar la sincronización entre MPLS y OSPF se emplea el siguiente comando:

LSR4 #show mpls ldp igp sync

Configuración de los adaptadores de red

A continuación se detalla la configuración de los adaptadores de red, para que exista conectividad entre la maquina física y virtual con las PCs emuladas en el escenario.

- ✓ Clic derecho en la Pc
- ✓ Escoger la opción configure (figura 23)
- ✓ Al mostrar una ventana, dar clic en el nombre de la Pc
- ✓ Seleccionar la opción NIO Ethernet
- ✓ Seleccionar el adaptador según sea el caso (maquina física o virtual) (figura 24)
- ✓ Dar clic en Añadir
- ✓ Pulsar Ok

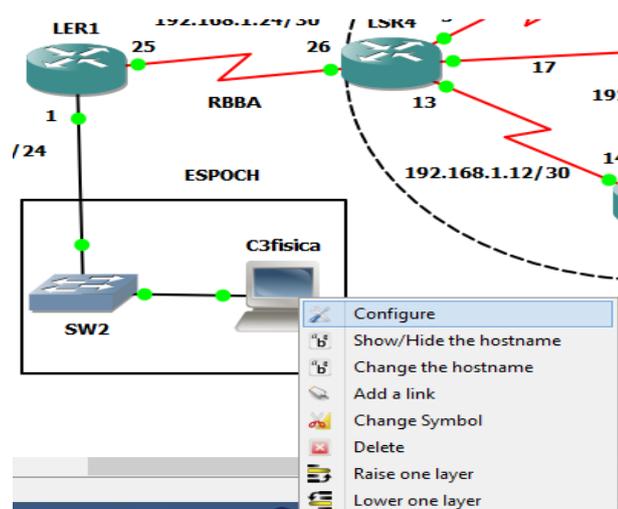


Figura 23. Configuración de las maquinas emuladas

Fuente: Propia

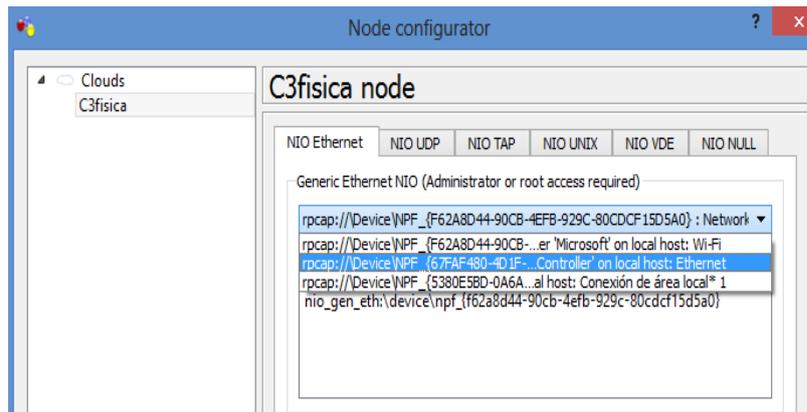


Figura 24. Configuración de Adaptadores de red

Fuente: Propia

Uno de los adaptadores que ha sido sincronizado es el de la máquina virtual, donde se instaló el sistema operativo Windows 7, este va ser el receptor del tráfico de datos y streaming.

Para conectar la maquina física a la red emulada se instaló un adaptador virtual de loopback (bucle invertido) y se asignó la dirección IP del emisor (figura 25).

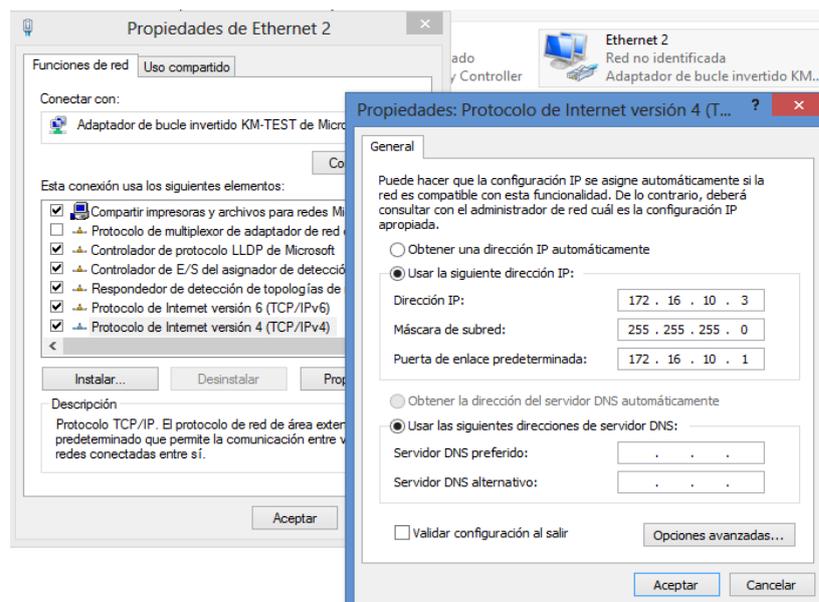


Figura 25. Configuración de dirección IP en la maquina física

Fuente: Propia

En la configuración de la máquina virtual se seleccionó el tipo de adaptador “Host-only Adapter”, para que haya conectividad con la red emulada. Posteriormente se asignó la dirección IP en la interfaz de red de la máquina virtual (figura 26).

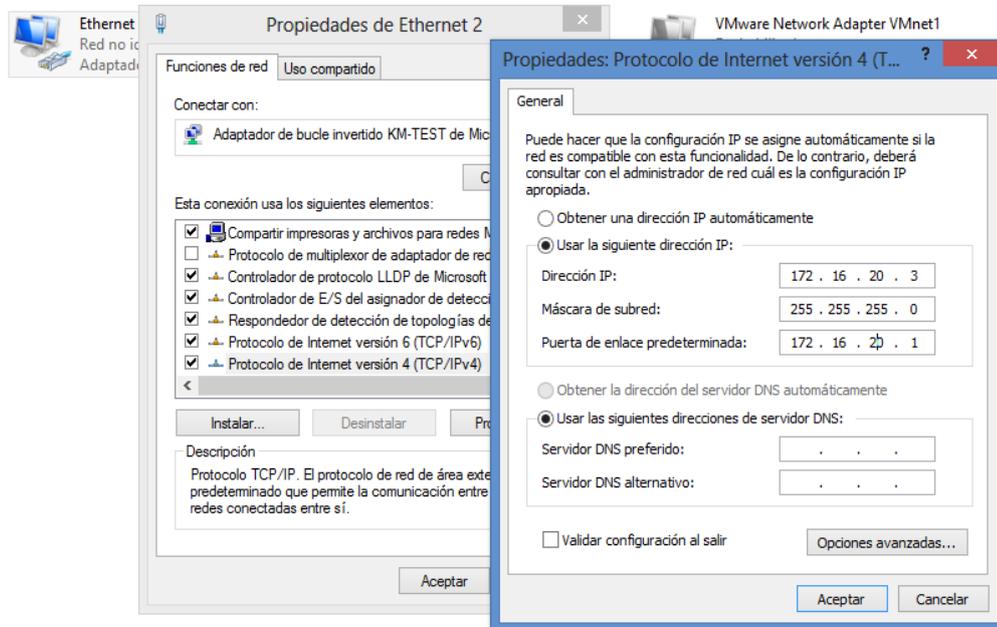


Figura 26. Configuración de dirección IP en la máquina virtual

Fuente: Propia

Para verificar la conexión entre las máquinas física y virtual, se hace ping de extremo a extremo (figura 27).

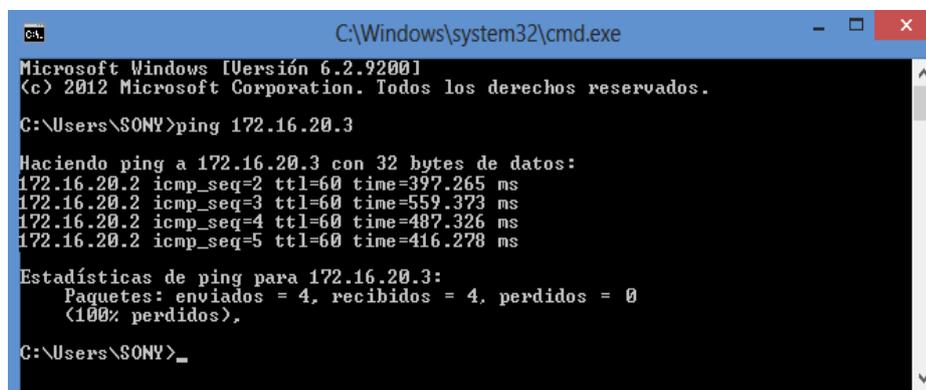


Figura 27. Verificación de conexión entre máquina física y virtual

Fuente: Propia

4.5.2 Configuración y obtención de resultados con D-ITG

En esta sección se detalla la configuración de la herramienta D-ITG para la inyección de tráfico en la red emulada. Según las configuraciones hechas anteriormente, el escenario de prueba utilizando el modelo de referencia NGN está constituido de la siguiente manera: en la capa de acceso, por la red IP de la ESPOCH; en la capa de transporte, por la red MPLS del ISP. El equipo emisor (máquina física) se encuentra en la red de la ESPOCH, mientras que el receptor (máquina virtual) cruza la red del ISP.

4.5.2.1 Servicio de Streaming

Se realiza dos tipos de configuraciones: el primero consta del escenario de prueba sin un mecanismo de QoS, y el segundo aplicando el mecanismo DiffServ.

Configuración de D-ITG sin QoS

Emisor

- ✓ Pestaña Definición de Flujo

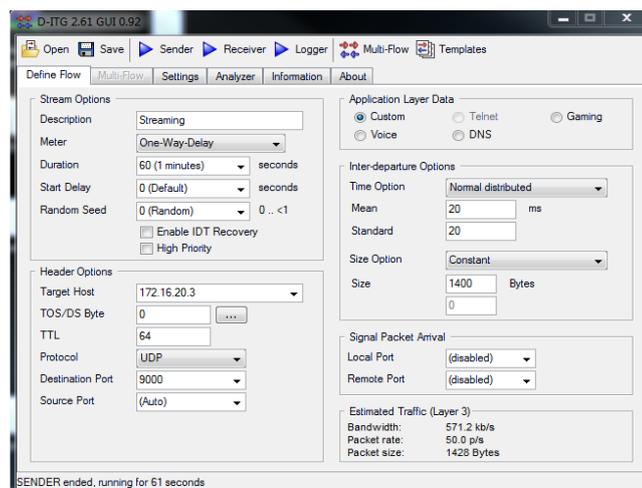


Figura 28. Definición de flujo del emisor para Streaming sin QoS

Fuente: Propia

✓ Pestaña Ajustes

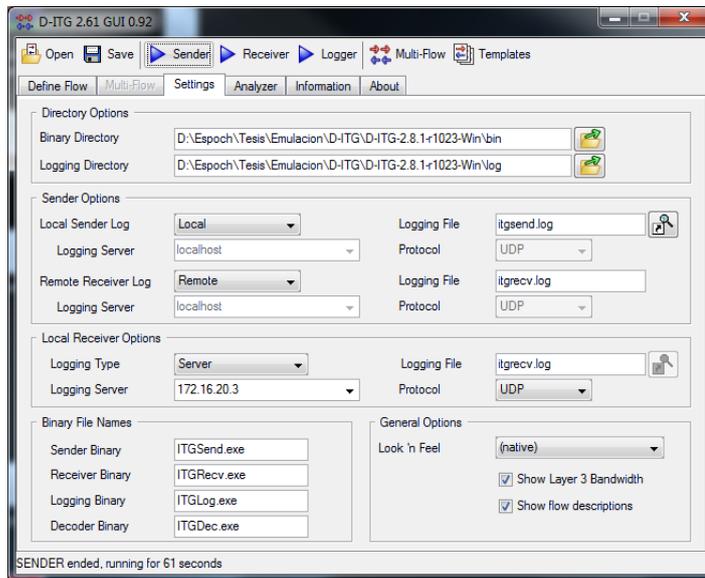


Figura 29. Ajuste del emisor para Streaming sin QoS

Fuente: Propia

Receptor

✓ Pestaña Definición de Flujo

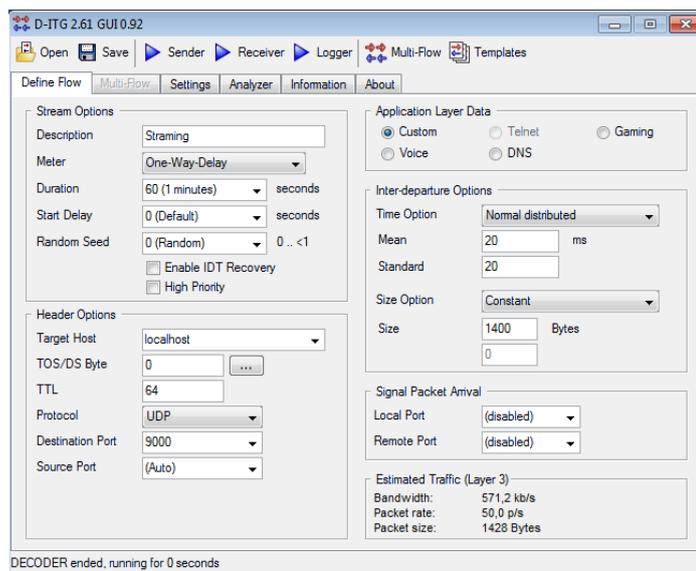


Figura 30. Definición de flujo del receptor para Streaming sin QoS

Fuente: Propia

✓ Pestaña Ajustes

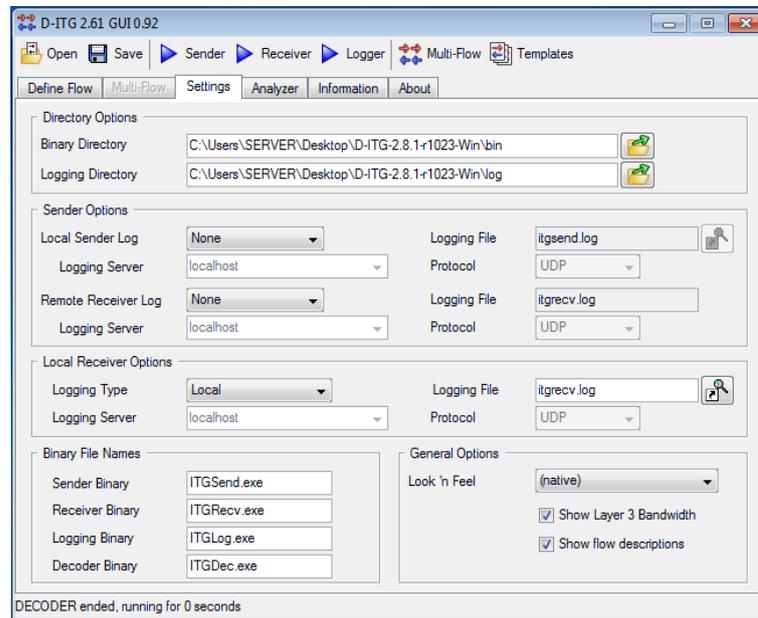


Figura 31. Ajuste del receptor para Streaming sin QoS

Fuente: Propia

✓ Pestaña Analizador

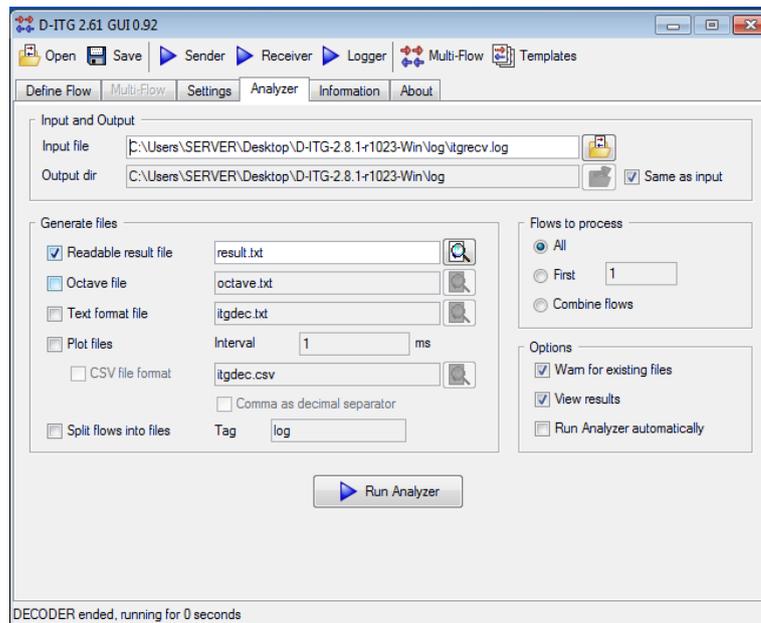


Figura 32. Analizador del receptor para Streaming sin QoS

Fuente: Propia

✓ Resultados del Receptor

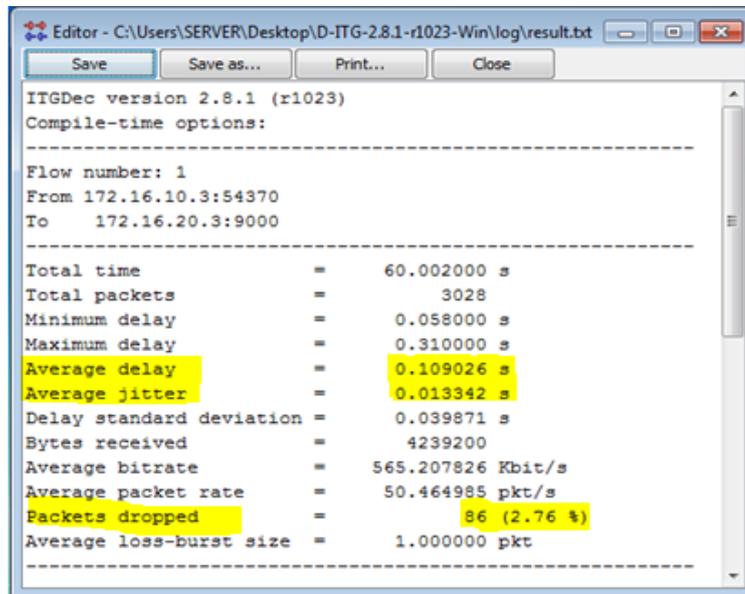


Figura 33. Resultados del receptor para Streaming sin QoS

Fuente: Propia

Configuración de D-ITG con QoS

Opción TOS/DS para aplicar QoS, tanto en el emisor como en el receptor.

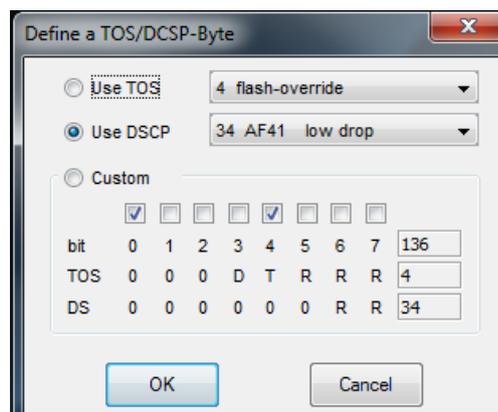


Figura 34. Ventana TOS/DS para aplicar QoS en Streaming

Fuente: Propia

Se utilizó este tipo de configuración según la definición de QoS por la ITU-T.

Emisor

Pestaña Definición de Flujo

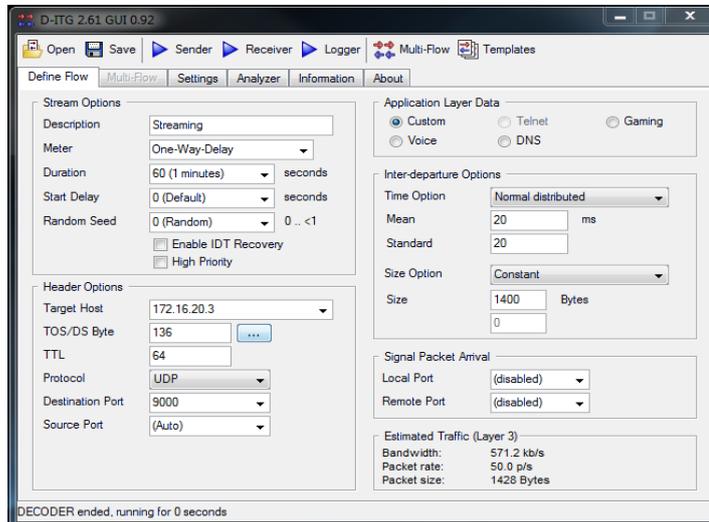


Figura 35. Definición de flujo del emisor para Streaming con QoS

Fuente: Propia

Receptor

✓ Pestaña Definición de Flujo

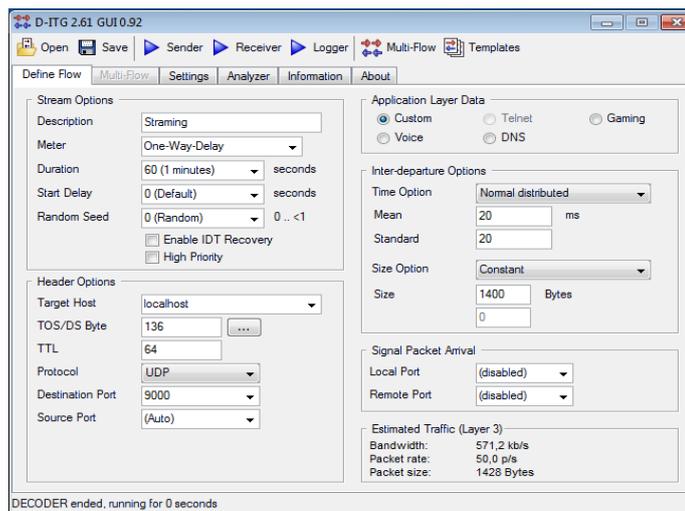


Figura 36. Definición de flujo del receptor para Streaming con QoS

Fuente: Propia

✓ Resultados del Receptor

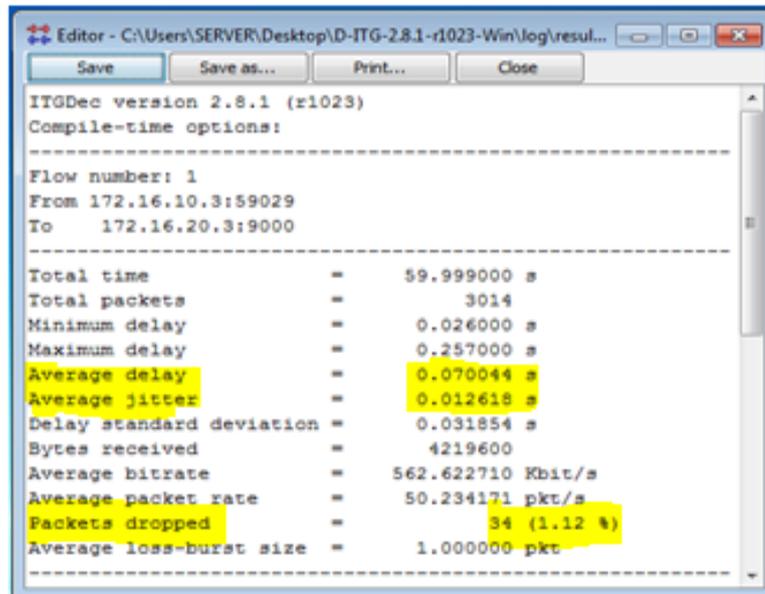


Figura 37. Resultados del receptor para Streaming con QoS

Fuente: Propia

4.5.2.2 Servicio de Datos

De la misma manera que para el servicio Streaming se realiza dos configuraciones, el uno aplicando QoS y el otro sin ella.

Configuración de D-ITG Sin QoS

Emisor

✓ Pestaña Definición de Flujo

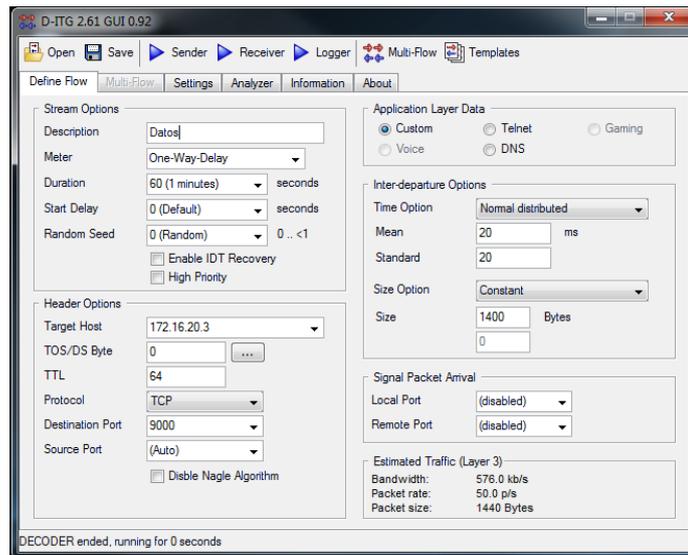


Figura 38. Definición de flujo del emisor para Datos sin QoS

Fuente: Propia

Receptor

- ✓ Pestaña Definición de Flujo

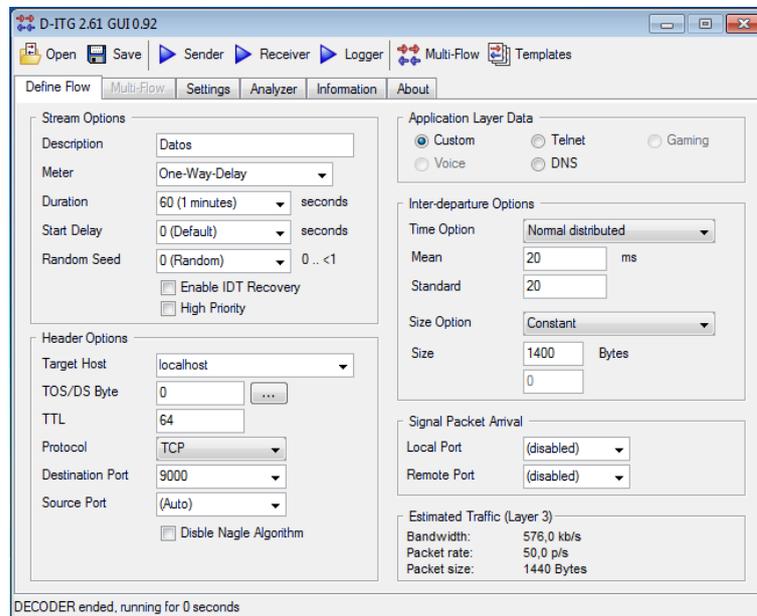


Figura 39. Definición de Flujo del receptor para Datos sin QoS

Fuente: Propia

✓ Resultados del Receptor

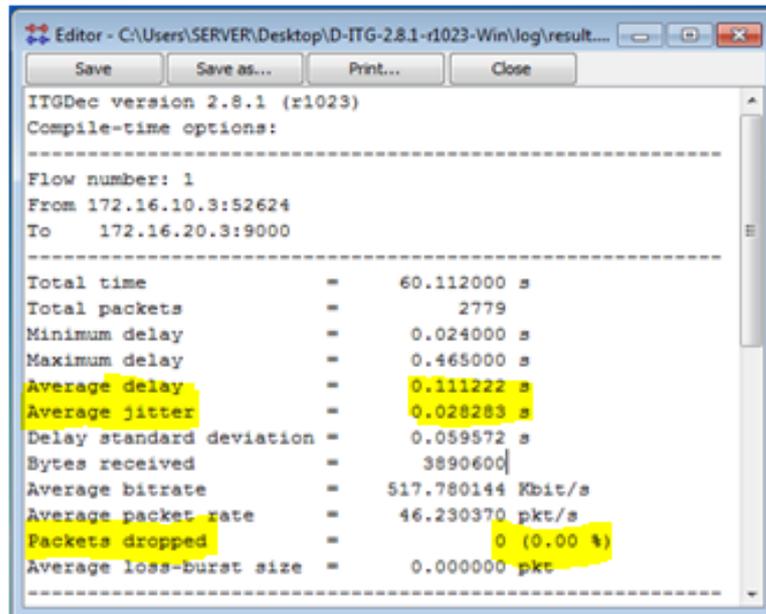


Figura 40. Resultados del receptor para Datos sin QoS

Fuente: Propia

Configuración de D-ITG con QoS

Pestaña TOS/DS para aplicar QoS, tanto en el emisor como en el receptor.

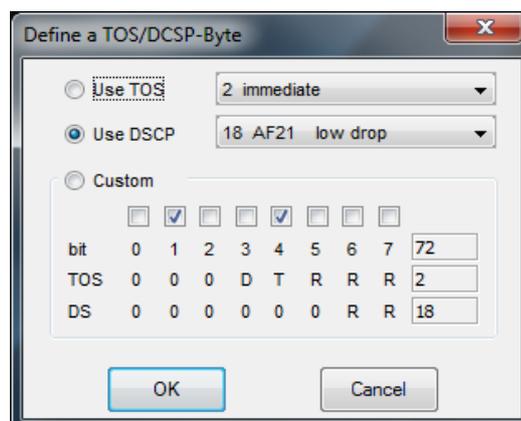


Figura 41. Ventana TOS/DS para aplicar QoS en datos

Fuente: Propia

Emisor

Pestaña Definición de Flujo

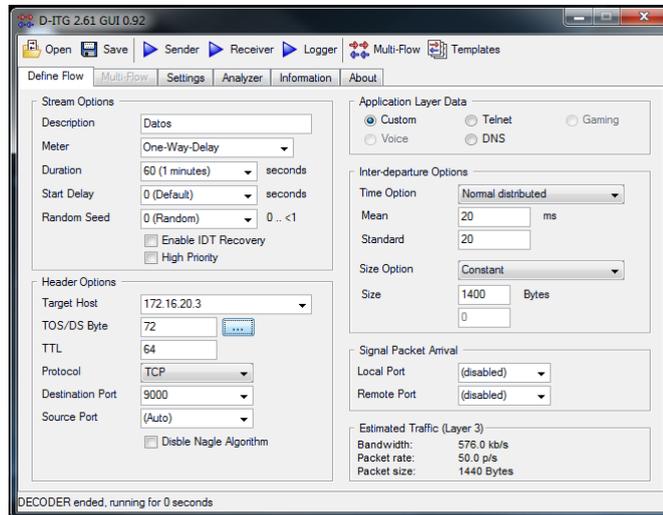


Figura 42. Definición de Flujo del emisor para datos con QoS

Fuente: Propia

Receptor

✓ Pestaña Definición de Flujo

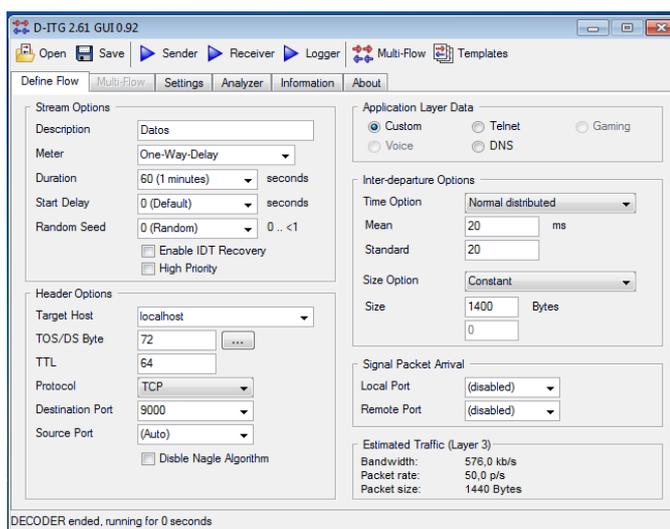


Figura 43. Definición de Flujo del receptor para datos con QoS

Fuente: Propia

✓ Resultados del Receptor con QoS

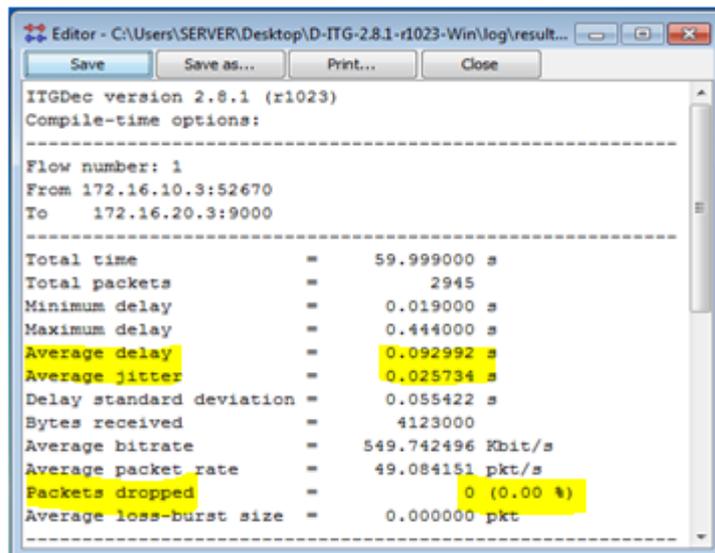


Figura 44. Resultado del receptor para Datos con QoS

Fuente: Propia

Para la configuración de las pestaña Ajuste se utiliza la figura 29 para el emisor y figura 31 para el receptor, para la pestaña Analyzer se utiliza la figura 32.

El proceso de captura de datos con D-ITG:

- ✓ Activar el Logger del receptor para el almacenamiento de información del tráfico.
- ✓ Activar el Receiver para recibir la captura del tráfico.
- ✓ Activar el Logger del emisor para captura de datos del emisor.
- ✓ Activar el Sender del receptor para comenzar la inyección del tráfico.
- ✓ El emisor se detiene automáticamente según el tiempo configurado.
- ✓ Detener el Logger del Emisor mediante un clic en el botón Logger.
- ✓ Detener la captura en el receptor pulsando el botón receiver.
- ✓ Detener el Logger del receptor mediante un clic en el botón Logger.

- ✓ En la pestaña Analyzer pulsar el botón Run Analyzer para obtener los resultados de los parámetros de calidad de servicio.

Para una mejor comprensión sobre la configuración de la herramienta D-ITG revise el Anexo IV.

Además se debe tomar en cuenta que los valores de los parámetros de QoS pueden tener un margen de variación entre una red real y un emulador. Cabe mencionar que existen dos tipos de emuladores, los basados en hardware y en software.

Los que son basados en hardware tienen un alto grado de precisión y similitud en emular las características y factores que intervienen en una red real.

Los emuladores basados en software cuentan con un mínimo margen de error, dependiendo del grado de exactitud del diseño de la herramienta. En caso de la latencia los valores de la red emulada son menores a la de una red real; de la misma manera la pérdida de paquetes. Los factores incidentes son muchos, entre ellos es la prioridad que tiene los procesos de un sistema operativo antes que el emulador, de la misma manera hay factores que no pueden ser modelados como el ruido, temperatura, humedad, entre otras. Es por esta razón que se debe tener un grado de tolerancia con los resultados arrojados por el emulador en comparación a los valores de una red real.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se realiza un análisis puntual de cada uno de los parámetros de investigación, los cuales han sido escogidos para recabar información con respecto al comportamiento de la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN, en relación con la calidad de servicios que el proveedor de Internet ofrece a la Institución; la investigación fue dirigida a TELCONET y calificada por el personal de la Superintendencia de Telecomunicaciones y ESPOCH acerca de los parámetros de QoS. Además, se efectúa un análisis de resultados de los parámetros de QoS los cuales fueron obtenidos sobre un escenario de prueba con la herramienta de inyección de tráfico D-ITG, aplicando mecanismo de QoS y sin la misma.

5.1 Análisis de la información recabada del ISP

La información recopilada acerca del proveedor de servicios de Internet (TELCONET) ayudará en el análisis de calidad de servicio (QoS) de las redes actuales y redes NGN, debido a que se va a comparar y analizar cada uno de los parámetros escogidos los cuales fueron calificados por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) y el departamento de Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicación (DTIC) de la ESPOCH (Anexo V).

Se ha utilizado una técnica de recolección de información denominada cuestionario, el cual permite plantear preguntas utilizando parámetros de medición mediante la escala de Likert (Tabla V.I).

Tabla V. I Escala de Likert

1: Nada	2: Poco	3: Medianamente	4: Aceptable	5: Mucho
0,1 %	25 %	50 %	75 %	99,9 %

Fuente: Propia

5.1.1 Calidad de servicio que ofrece TELCONET como portador

En la Tabla V.II se detalla los parámetros recabados para realizar el análisis de calidad de servicio que ofrece el proveedor de Internet como portador, los cuales fueron calificados por SUPERTEL.

Tabla V. II Parámetros de calidad de servicio

	VALORACIÓN				
	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Latencia (retardo) o delay		X			
Variación de retardo o jitter		X			

Pérdidas de paquetes		X			
Disponibilidad de ancho de banda					X

Fuente: Propia

El Proveedor de servicio de Internet de la ESPOCH es TELCONET, el cual brinda doble servicios por medio de un enlace físico de fibra óptica, utiliza un canal para el servicio de Red Clara con un ancho de banda de 450 MB, el cual es una red de tipo universitaria utilizada con fines de investigación; el otro canal es para el uso de Internet comercial de la Institución con un ancho de banda de 400 MB. Después de aclarar como la ESPOCH cuenta con servicios de Internet, se procede analizar los parámetros de QoS.

5.1.1.1 Latencia

Para una mejor apreciación de la valoración de Latencia véase en la figura 45.

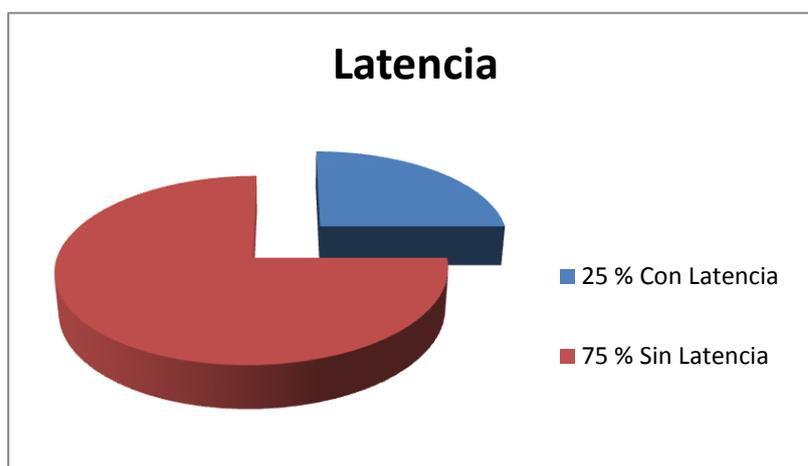


Figura 45. Análisis de Latencia

Fuente: Propia

La latencia en la red del ISP está en un promedio del 25 % según la valoración brindada por la SUPERTEL y la ESPOCH, esto es bueno debido a que existe poco retardo en los

paquetes que viajan en la red. Los retardos están relacionados con la eficiencia de los dispositivos de red (nodos, enlaces), tráfico de datos en horas picos, distancia geográfica, entre otras opciones que influyen en los retardos de los paquetes; además los datos viajan a una velocidad muy buena según el ancho de banda brindado por el ISP, por lo que el rendimiento del envío de paquetes en la red está en un 75 %.

5.1.1.2 Jitter

En la figura 46 se presenta de manera gráfica la valoración del Jitter.

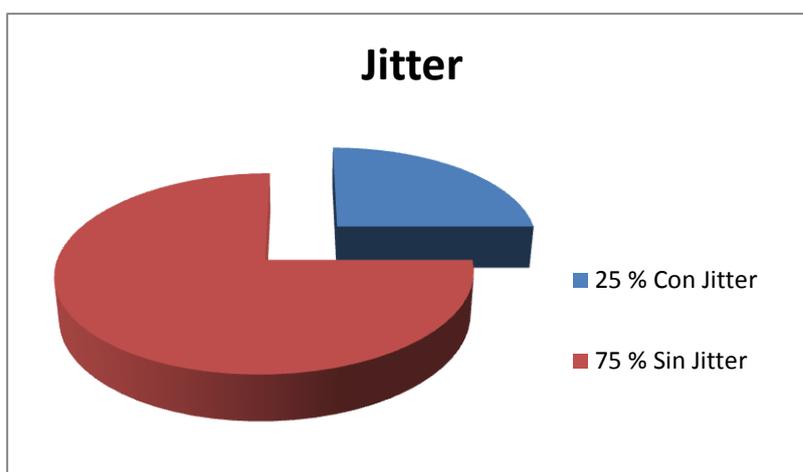


Figura 46. Análisis de Jitter

Fuente: Propia

El Jitter en la red del ISP está en un promedio del 25 % según la valoración brindada por la SUPERTEL y la ESPOCH, esto es bueno debido a que existe poca variación de retardos de los paquetes que son transmitidos por la red, se debe también al buen uso de dispositivos y enlaces que ayudan el manejo tráfico en la red del ISP; además estas variaciones influyen bastante según el comportamiento de la red. Al no existir mucha

variación de retardo de paquetes en la red del ISP, la eficiencia del envío de paquetes obtiene una valoración de 75 %.

5.1.1.3 Pérdidas de paquetes

La valoración de pérdida de paquetes se muestra en la figura 47.

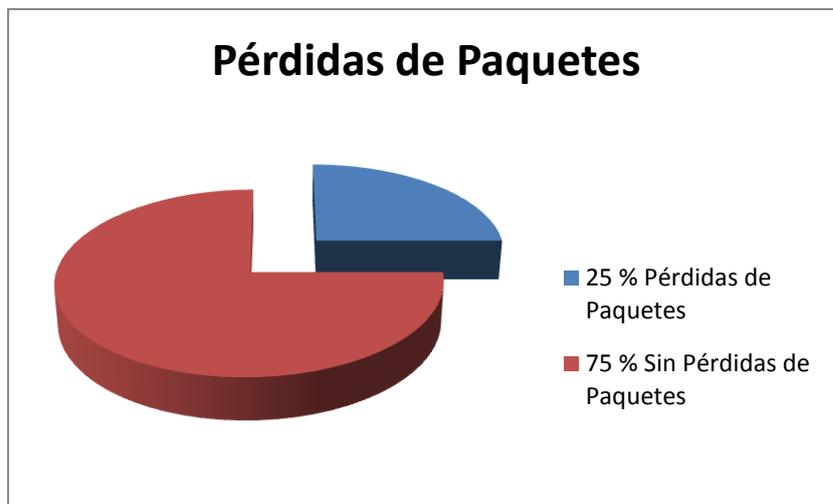


Figura 47. Análisis de Perdida de Paquetes

Fuente: Propia

La pérdida de paquetes en la red del ISP está en un promedio del 25 % según la valoración brindada por la SUPERTEL y la ESPOCH, esto es bueno debido a que existe pocas pérdidas o eliminación de paquetes en dicha red, estas pérdidas se dan cuando algunos paquetes de datos que viajan por la red no alcanza su destino por varios factores como: pérdida de la señal al viajar por el medio de transmisión, paquetes con fallas que han sido eliminados al momento de estar transitando en la red, caídas de enlaces, fallos en los dispositivos de red, congestión en los nodos de la red, y sobre todo del protocolo que se está utilizando a nivel de capa de transporte como TCP o UDP, el cual depende del tipo de paquete que se transmite (datos o streaming), etc.

Por lo tanto, la red del ISP está bien estructurada física y lógicamente gracias a los dispositivos y administraciones internas de la red, con un porcentaje del 75 % de eficiencia en la entrega de paquetes.

5.1.1.4 Disponibilidad de Ancho de Banda

Para una mejor apreciación de la valoración de Disponibilidad de Ancho de Banda véase en la figura 48.



Figura 48. Análisis de Disponibilidad de Ancho de Banda

Fuente: Propia

La disponibilidad de Ancho de Banda en la red del ISP está en un promedio del 99,9 % según la valoración brindada por la SUPERTEL y la ESPOCH, esto es excelente debido a que existe mucha disponibilidad de Ancho de Banda en los 365 días del año. Para garantizar que el ancho de banda esté disponible el ISP toma en cuenta algunos factores tales como: verifican que los nodos de la red sean eficientes y en buen estado, supervisan los enlaces para evitar el decaimiento, utilizan protocolos de transferencia de datos que escojan el camino más corto o el más eficiente al momento de existir

tráfico en algún enlace y como factor más importante que la red cuente con enlaces redundantes que faciliten el tráfico de datos aun cuando algún enlace colapse. Por lo tanto, la red del ISP cuenta con todos los factores mencionados anteriormente que garantiza una gran disponibilidad de ancho de banda a sus usuarios con un mínimo e insignificante margen de no disponible de 0,1 % que equivale a un día en el año.

5.1.2 Análisis cuantitativo de los parámetros de QoS con respecto al ISP

A continuación se realiza un análisis general cuantitativo de los parámetros de calidad de servicio, según las valoraciones y porcentajes recabados por los análisis individuales realizados a dichos parámetros anteriormente. Para una mejor apreciación de lo mencionado véase en la Tabla V.III.

Tabla V. III Análisis Cuantitativo de los parámetros de calidad de servicio

	Latencia	Jitter	Pérdidas de paquetes	Disponibilidad de Ancho de Banda
SUPERTEL	25 %	25 %	25 %	99,9 %
ESPOCH	25 %	25 %	25 %	99,9 %
Promedio	25 %	25 %	25 %	99,9 %

Fuente: Propia

Seguidamente se analizan los parámetros de QoS (Latencia, Jitter y Pérdidas de Paquetes), a partir de la información entregada por SUPERTEL y la ESPOCH, debido a que estos parámetros son inversamente proporcionales a la disponibilidad de ancho de banda. Véase en la Tabla V.IV.

Tabla V. IV Parámetros de QoS que requiere un análisis especial

	Valor	Porcentaje
Latencia	2	25 %
Jitter	2	25 %
Pérdidas de paquetes	2	25 %
Promedio	2	25 %

Fuente: Propia

En el caso de los parámetros Latencia, Jitter y Pérdidas de paquetes sus porcentajes y valores son bajos (Tabla V.IV), esto es aceptable debido a que a menor porcentaje, mayor es el rendimiento de la red. Por lo tanto, estos parámetros pasan de poco a aceptable según la escala de Likert, en donde representa el 75 % con un valor cuantificable de 4.

En la tabla V.V.se realiza el análisis final de los parámetros de Calidad de Servicio que incluye el parámetro de disponibilidad de ancho de banda.

Tabla V. V Análisis final de los parámetros de Calidad de Servicio

Parámetros de QoS	Valor	Porcentaje
Latencia	4	75 %
Jitter	4	75 %
Pérdidas de paquetes	4	75 %
Disponibilidad de Ancho de Banda	5	99,9 %
Promedio	4,25	81,23 %

Fuente: Propia

Para calcular el promedio de la valoración y porcentaje se utiliza las siguientes fórmulas:

Porcentaje= Σ Porcentaje / # parámetros = 81,23 %

Valor= Σ Valor / # parámetros =4,25

El porcentaje mínimo de aceptabilidad es del 75 %, por lo que se realiza una regla de tres para verificar si el promedio del valor de los parámetros de QoS está dentro del rango de aceptabilidad (figura 49).

$5 \times 75 / 100 = 3,75$

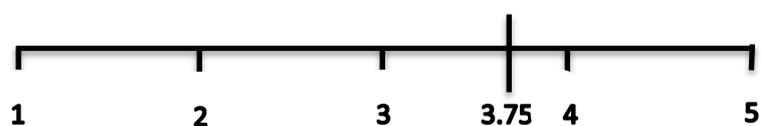


Figura 49. Rango de Aceptabilidad de QoS

Fuente: Propia

Según el cálculo realizado, el promedio del valor de los parámetros de QoS es de 4.25, esto implica que está dentro del rango de aceptabilidad de QoS (figura 49), por lo que se concluye que la calidad de servicio ofrecido por el ISP es aceptable, según la información recabada acerca del proveedor de servicio y valorado tanto por la SUPERTEL como la ESPOCH.

5.2 Análisis de los resultados obtenidos del escenario de pruebas

En el presente análisis se toma como red actual al escenario de prueba sin mecanismo de QoS y a la red NGN aplicando mecanismo DiffServ, donde dicho escenario está compuesta por una red MPLS con el protocolo de encaminamiento OSPF en la WAN. Luego de haber inyectado el tráfico de Datos y Streaming en la red emulada (figura

18), desde el emisor hacia el receptor, capturando los resultados en la máquina receptora (máquina virtual), se procede a realizar el análisis de los indicadores.

Mediante el estudio de los factores que afectan la calidad de servicio en las redes basadas en IP (redes actuales) y redes de Próxima generación, se determinó los parámetros (indicadores) más relevantes en ambas redes.

La tabla V.VI, muestra los indicadores a ser evaluados que permitirán determinar cuál de las dos redes ofrece mejor calidad de servicio.

Tabla V. VI Indicadores a evaluar

INDICADORES DE EVALUACIÓN	
SERVICIO	INDICADOR
Servicio de Datos	Latencia
	Jitter
	Pérdida de paquetes
Servicio de Streaming	Latencia
	Jitter
	Pérdida de paquetes

Fuente: Propia

Tomando como referencia el análisis a la red del ISP, donde se determinó que la QoS se encuentra en el rango de aceptabilidad (figura 49), y con el uso de la escala de Likert se establece las valoraciones para el respectivo análisis (tabla V.VII).

Tabla V. VII Tabla de valoraciones

VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Bueno	1	60 %
Muy Bueno	2	80 %
Excelente	3	100 %

Fuente: Propia

5.2.1 Servicio de Streaming

Con el uso de las recomendaciones de UIT-T G.1010, Y.1541 y la IEEE, se determina el umbral de QoS de Streaming para el análisis de los indicadores (tabla V.VIII).

Tabla V. VIII Tabla de valoraciones de QoS para Streaming

SERVICIO STREAMING			
Indicadores	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Latencia	> 250 ms	> 100 ms y <= 250 ms	<= 100 ms
Jitter	> 65 ms	>35 ms y <= 65 ms	<= 35 ms
Pérdida de paquetes	> 5 %	> 2 % y <= 5 %	<= 2 %

Fuente: Propia

La principal característica en los servicios Streaming es el uso del protocolo UDP en la capa de transporte, donde la función principal es la optimización del tiempo, tolerando la pérdida de paquetes.

5.2.1.1 Latencia

Tabla V. IX Tabla comparativa de Latencia en Streaming

LATENCIA (DELAY)				
REDES	V. HERRAMIENTA	V. CUALITATIVO	V. CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Red actual (sin QoS)	0,109026 Seg (109,03 ms)	Muy bueno	2	80 %
Red NGN (con QoS)	0,070044 Seg (70,04 ms)	Excelente	3	100 %

Fuente: Propia

La tabla V.IX muestra los resultados de Latencia en el servicio Streaming, que han sido obtenidos mediante la inyección de tráfico en los escenarios de pruebas, aplicando calidad de servicio en la red NGN y sin QoS en la red actual. A dichos resultados se les asignó valores cualitativos y cuantitativos en función a la tabla de valores de QoS para Streaming (tabla V.VIII). A continuación se presenta los resultados en forma gráfica.

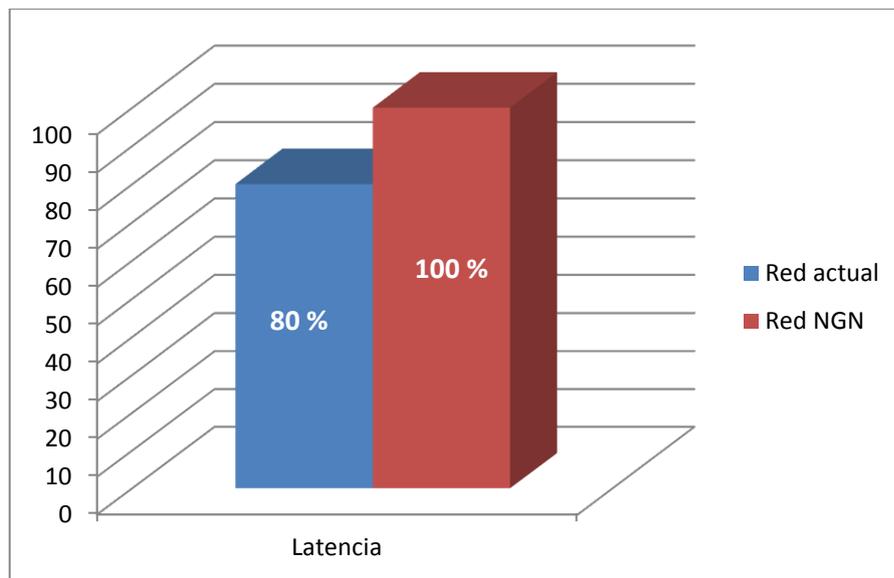


Figura 50. Gráfico comparativo de Latencia en Streaming

Fuente: Propia

Interpretación: La red actual obtuvo el 80 % en Latencia del servicio Streaming (figura 50), la misma que no cuenta con un mecanismo de QoS (figura 30), esto implica que la red asigna la misma prioridad a todo tipo de servicios, es decir usa el mecanismo por defecto Best Effort, al no usar un mecanismo de gestión de los paquetes el encolamiento es semejante al tipo FIFO (First in – First out), lo que implica que según como llegan los paquetes son enviados, teniendo efecto negativo en caso de congestión en horas picos, dando lugar mayor tiempo de retardo en la trasmisión de la información (figura 33). La red NGN es excelente (100 %), debido a la aplicación del mecanismo DiffServ, la misma que asigna un nivel de prioridad al servicio Streaming (figura 37), esto permite que los tiempos de los retardos (propagación, trasmisión y retardo de nodo) se encuentren baja el umbral de QoS (tabla V.VIII).

5.2.1.2 Jitter

Tabla V. X Tabla comparativa de Jitter en Streaming

JITTER				
REDES	V. HERRAMIENTA	V. CUALITATIVO	V. CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Red actual (sin QoS)	0.013342 Seg (13,34 ms)	Excelente	3	100 %
Red NGN (con QoS)	0.012618 Seg (12,62 ms)	Excelente	3	100 %

Fuente: Propia

La tabla V.X muestra los resultados de Jitter en el servicio Streaming, donde se asignó valores cualitativos y cuantitativos en función a la tabla de valores de QoS para Streaming (tabla V.VIII).

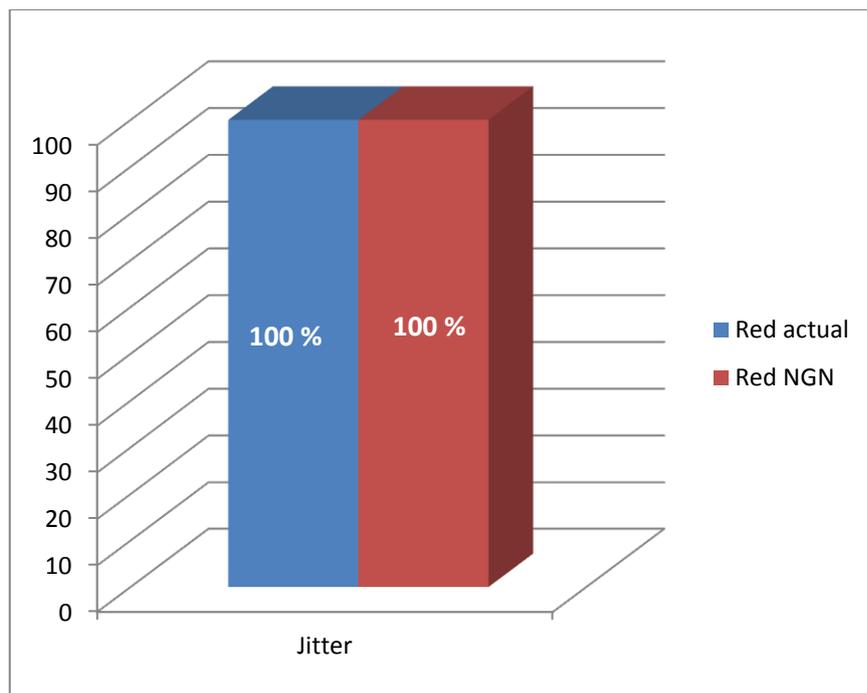


Figura 51. Gráfico comparativo de Jitter en Streaming

Fuente: Propia

Interpretación: En el indicador Jitter (figura 51), la red actual es excelente (100 %) porque se encuentra dentro del umbral de QoS (tabla V.VIII), esto se debe a que en la configuración del escenario se usa tamaño de paquetes fijos (figura 28), mientras el tamaño de paquete no cambie la variación de retardo es mínimo, disminuyendo el tiempo de gestión entre paquetes en el proceso de enrutamiento (figura 33). En la red NGN el Jitter también es excelente (100 %) debido a las mismas razones que en la red actual, pero cabe destacar que aunque se encuentra dentro de umbral de aceptabilidad de QoS, aplicando el mecanismo DiffServ reduce aún más en tiempo que la red actual (tabla V.X), esto se debe a que los paquetes que tienen prioridad se les aplica un trato especial que hace que sean atendidas primero antes que los demás servicios (figura 34).

5.2.1.3 Pérdida de paquetes

Tabla V. XI Tabla comparativa de Pérdida de paquetes en Streaming

PÉRDIDA DE PAQUETES				
REDES	V. HERRAMIENTA	V. CUALITATIVO	V. CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Red actual (sin QoS)	2,76 %	Muy Bueno	2	80 %
Red NGN (con QoS)	1,12 %	Excelente	3	100 %

Fuente: Propia

A los resultados acerca de pérdida de paquetes en el servicio Streaming (tabla V.XI), se les asignó valores cualitativos y cuantitativos utilizando la tabla de valores de QoS para Streaming (tabla V.VIII); obteniendo resultados en porcentaje para su posterior análisis.

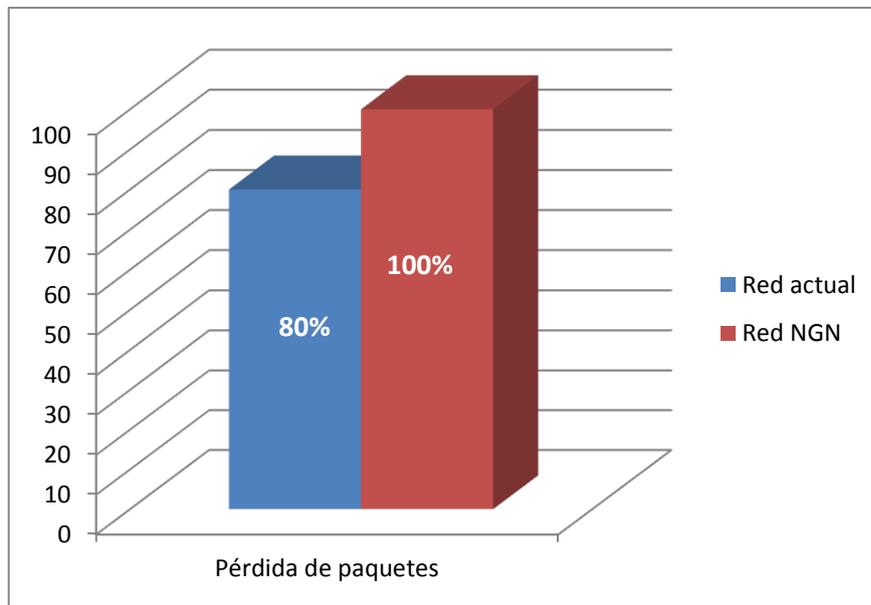


Figura 52. Gráfico comparativo de Pérdida de paquetes en Streaming

Fuente: Propia

Interpretación: En relación a la pérdida de paquetes en la red actual es muy bueno en un 80 % (figura 52), debido a que se encuentra en un rango aceptable de QoS (tabla V.VIII), esto se debe por que no usa ningún mecanismo de Calidad de Servicio (figura 30) y consecuentemente por no tener prioridad sobre los demás servicios, además todos los paquetes tienen el mismo TTL para llegar a su destino (figura 28), por lo tanto muchos de los paquetes son descartados en la red al terminar su tiempo de vida antes de alcanzar su destino (figura 33). En cuanto a la red NGN es excelente (100 %), debido a que estos paquetes poseen prioridad sobre los demás (figura 34), esto implica que los paquetes son reenviados antes que el resto por los nodos, dando lugar a que lleguen los paquetes a su destino antes de alcanzar a 0 el conteo del campo TTL.

5.2.2 Servicio de Datos

En la Tabla de valoraciones de QoS para Datos (tabla V.XII), se determina el umbral de QoS de Datos según las recomendaciones de UIT-T G.1010, Y.1541 y la IEEE.

Tabla V. XII Tabla de valoraciones de QoS para Datos

SERVICIO STRAMING			
Indicadores	Bueno	Muy Bueno	Excelente
Latencia	> 200 ms	> 100 ms y <= 200 ms	<= 100 ms
Jitter	> 55 ms	>25 ms y <= 55 ms	<= 25 ms
Pérdida de paquetes	> 3 %	> 1 % y <= 3 ms	<= 1 %

Fuente: Propia

El servicio de datos trabaja en la capa de transporte con el protocolo TCP, por ser un protocolo orientado a la conexión procura que todos los paquetes lleguen a su destino sin importar cuanto tiempo conlleve; sobre esta característica mencionada se analiza cada uno de los parámetros.

5.2.2.1 Latencia

Tabla V. XIII Tabla comparativa de Latencia en Datos

LATENCIA (DELAY)				
REDES	V. HERRAMIENTA	V. CUALITATIVO	V. CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Red actual (sin QoS)	0,111222 Seg (111,22 ms)	Muy Bueno	2	80 %
Red NGN (con QoS)	0,092992 Seg (92,99 ms)	Excelente	3	100 %

Fuente: Propia

La tabla V.XIII muestra los resultados de Latencia en el servicio de Datos, que han sido obtenidos con la inyección de tráfico en los escenarios de pruebas, aplicando calidad de servicio en el escenario de la red NGN y sin QoS en el escenario de la red actual. A dichos resultados se les asignó valores cualitativos y cuantitativos en función a la tabla de valores de QoS para Datos (tabla V.XII). A continuación se presenta los resultados en forma gráfica.

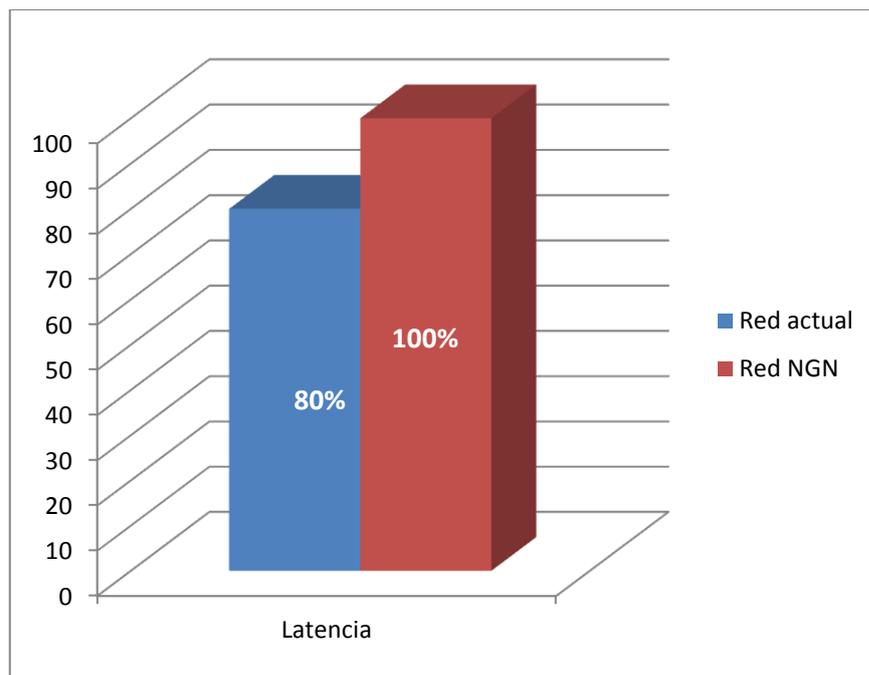


Figura 53. Gráfico comparativo de Latencia en Datos

Fuente: Propia

Interpretación: En la red actual la latencia es muy bueno en un 80 % (figura 53), esto se debe al uso del protocolo TCP en la capa de transporte (figura 38), al tratar de que todos los paquetes lleguen a su destino hace que la gestión de la red tome mayor tiempo en el proceso de transmisión de información provocando retardos y consumiendo mayor recursos de la red (figura 40). En cambio la latencia en la red NGN es excelente (100 %), debido al uso del mecanismo DiffServ (figura 41) que agrupa los paquetes con prioridad, encolando separadamente de los demás paquetes sin prioridad, reenviando principalmente a aquellos que tengan prioridad en caso de congestión y descartando a los demás (figura 44).

5.2.2.2 Jitter

Tabla V. XIV Tabla comparativa de Jitter en Datos

JITTER				
REDES	V. HERRAMIENTA	V. CUALITATIVO	V. CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Red actual (sin QoS)	0.028283 Seg (28,28 ms)	Muy Bueno	2	80 %
Red NGN (con QoS)	0.025734 Seg (25,73 ms)	Muy Bueno	2	80 %

Fuente: Propia

La tabla V.XIV muestra los resultados de Jitter en el servicio de Datos, donde se asignó valores cualitativos y cuantitativos en función a la tabla de valores de QoS para Datos (tabla V. tabla V.XII).

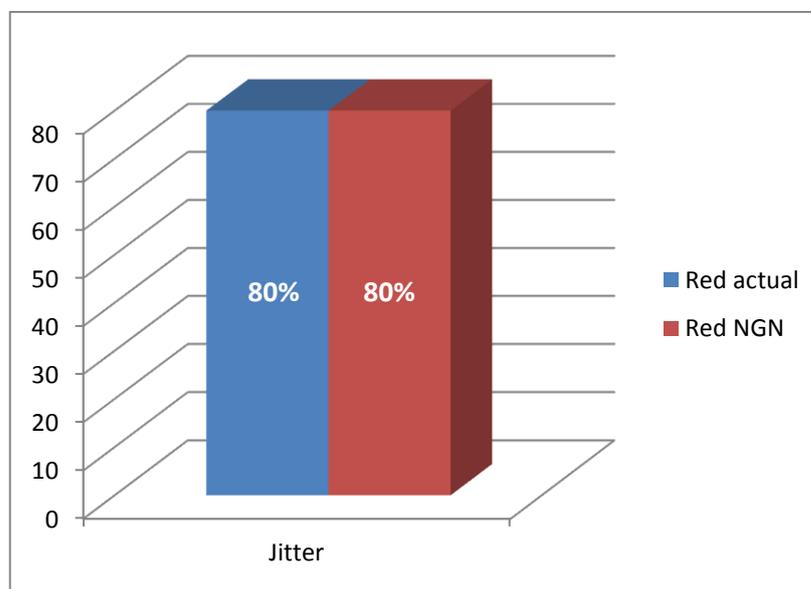


Figura 54. Gráfico comparativo de Jitter en Datos

Fuente: Propia

Interpretación: Las dos redes son muy buenos (80 %), en cuanto al Jitter de acuerdo a los umbrales de QoS (tabla V.XII); en las redes actuales el tamaño de paquete (MTU) fijo hace que la variación de retardo entre paquetes sean bajos (figura 38), permitiendo que el tiempo de la gestión sea mínimo; a pesar de que la red NGN se encuentra en el mismo porcentaje que la red actual (figura 54), con la aplicación del mecanismo de QoS, es importante resaltar que está muy cerca de ser excelente (tabla V.XII), esto se debe a que además de utilizar un tamaño fijo de paquete, el mecanismo DiffServ asigna una prioridad que permite llegar en menor tiempo que los datos sin QoS (figura 42).

5.2.2.3 Pérdida de paquetes

Tabla V. XV Tabla comparativa de Pérdida de paquetes en Datos

PÉRDIDA DE PAQUETES				
REDES	V. HERRAMIENTA	V. CUALITATIVO	V. CUANTITATIVO	PORCENTAJE
Red actual (sin QoS)	0 %	Excelente	3	100 %
Red NGN (con QoS)	0 %	Excelente	3	100 %

Fuente: Propia

Los resultados de pérdida de paquetes en el servicio de Datos (tabla V.XV), contienen valores cualitativos y cuantitativos en base a la tabla de valores de QoS para Datos (tabla V.XII); obteniendo resultados en porcentaje para su respectivo análisis.

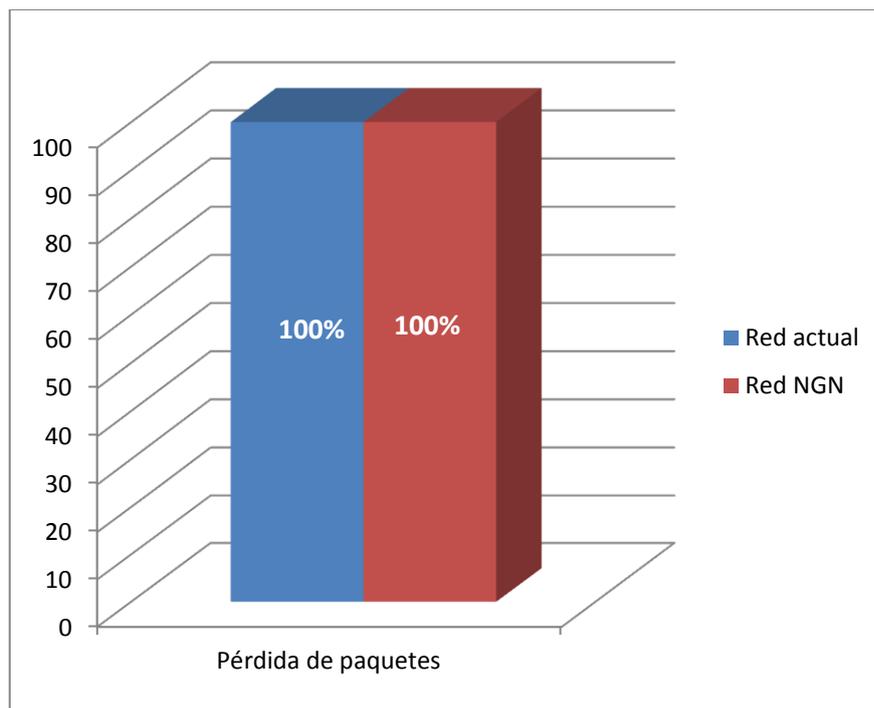


Figura 55. Gráfico comparativo de Pérdida de paquetes en Datos

Fuente: Propia

Interpretación: El uso del protocolo TCP en la capa de transporte tiene relación directa con la pérdida de paquetes, debido a que su función principal es de asegurar que todos los paquetes lleguen a su destino, por lo cual tanto en la red actual como en la red NGN no existe pérdida de paquetes (tabla V.XV), esto hace que ambas redes sean excelentes en un 100 % (figura 55), a pesar de que es ideal para este parámetro pero afecta a los demás parámetros debido a que consume mayor recurso de la red en la gestión de paquetes, además la aplicación del mecanismo DiffServ (figura 41) no produce mayor efecto debido a que el mismo protocolo TCP trata de solventar el problema (figura 44).

5.2.3 Análisis de resultados

En la tabla V.XVI se encuentra los resultados de las valoraciones asignadas a los indicadores, a fin de determinar cuál de las dos redes ofrecen mejor calidad de servicio tanto en el servicio de Datos como de Streaming.

Tabla V. XVI Tabla de resumen de análisis de los indicadores

	Streaming				Datos			
	Red actual (sin QoS)		Red NGN (con QoS)		Red actual (sin QoS)		Red NGN (con QoS)	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
Latencia	2	80 %	3	100 %	2	80 %	3	100 %
Jitter	3	100 %	3	100 %	2	80 %	2	80 %
Perdida de paquetes	2	80 %	3	100 %	3	100 %	3	100 %
TOTAL	7	86,67 %	9	100 %	7	86,67 %	8	93.33 %

Fuente: Propia

Para obtener el valor porcentual en el análisis se ha realizado el cálculo del promedio, debido a que se ha asignado el mismo nivel de prioridad a cada indicador y el valor máximo es el 100 %. De la misma manera el valor cuantitativo se obtiene mediante la escala de Likert de 1-3, donde el valor máximo de la suma total es 9.

En la figura 56 se representa de manera gráfica los resultados del análisis realizado, para determinar cuál de las dos redes ofrecen mejor calidad de servicio.

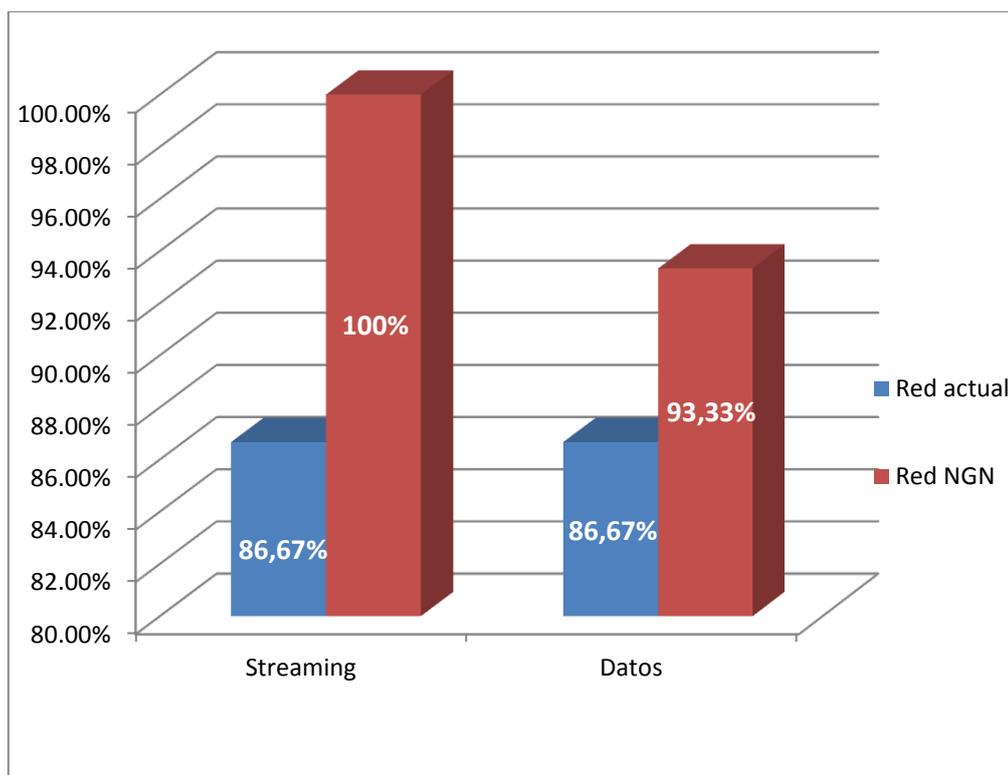


Figura 56. Resultado de análisis entre red actual y red NGN

Fuente: Propia

Interpretación final: En el servicio de Datos, el indicador latencia tiene relación con el uso de protocolo de transporte TCP, el mismo que consume mayor tiempo en la gestión de los paquetes, y por consecuencia provocando retardos; es así que la red NGN supera en un 20 % con la aplicación del mecanismo DiffServ (figura 53), debido a que los paquetes que tienen nivel de prioridad cuentan con un trato especial, de esta manera, la latencia en la red NGN es mínima, y por consiguiente es excelente (100 %). El indicador Jitter en comparación con ambas redes tiene el mismo porcentaje de 80 %, esto se debe al uso de tamaño de paquetes fijos (MTU), lo que evita que la variación del retardo entre paquetes no sea muy significativa, cabe recalcar que el Jitter en la red NGN está muy próximo a ser excelente (100 %). La pérdida de paquetes en ambas

redes es mínima, dando lugar a que las redes sean excelentes (100 %), debido a que usan protocolo TCP, donde la función principal es tratar de asegurar de que todos los paquetes lleguen a su destino, siendo favorable para el parámetro pérdida de paquetes pero a la vez afectando a la Latencia y Jitter. Mediante al análisis realizados a cada uno de los indicadores de servicio de Datos, se ha obtenido como resultado final un 86,67 % en las redes actuales y en las redes NGN el 93,33 %, de esta manera, teniendo mayor puntuación las redes NGN y superando a las redes actuales en un 6,66 % (figura 56).

En el servicio Streaming, se usa el protocolo UDP en la capa de transporte, el cual no es orientado a la conexión, y su función principal es minimizar tiempos en la transferencia de información, admitiendo pérdida de paquetes. Es así que la latencia en las redes actuales es mayor que en las redes NGN, siendo mejor la red NGN en un 20 % con una valoración de excelente (100 %) en este indicador; esta diferencia se debe a que la red actual al no contar con un mecanismo de QoS usa por defecto el de Best-Effort, el cual no hace distinción entre servicios y brinda el mismo trato por igual, teniendo efectos negativos en caso de congestión, dando lugar a mayor retardo de los paquetes en el proceso de transmisión; mientras que las redes NGN con la aplicación del mecanismo DiffServ asigna prioridad al servicio, de esta manera, reduciendo y manteniendo los retardos bajo el umbral de QoS. El Jitter tanto en las redes actuales y en las redes NGN son excelentes (100 %), teniendo el mismo nivel QoS en ambas redes; esto se debe al uso de tamaño de paquetes fijos, lo que permite que el tiempo de gestión entre paquetes sean mínimas, a pesar de que la red NGN tiene el mismo nivel porcentual

que la red actual, con la aplicando el mecanismo DiffServ, que asigna prioridad a los paquetes, el tiempo de variación de retardo es incluso menor a la de red actual (tabla V.X). La pérdida de paquetes es un factor que afecta la calidad de servicio, por lo tanto, a menor pérdida de paquetes disminuye también el tiempo de transferencia de información, minimizando la cantidad de congestión en la red; la red NGN es superior a la red actual en un 20 % en cuanto a la pérdida de paquetes, esto se debe a que los paquetes del servicio de la red actual no cuentan con un nivel de prioridad (mecanismo de QoS), y además como todos los paquetes obtienen el mismo trato en el proceso de enrutamiento, muchos de ellos son descartados antes de llegar a su destino debido a que expira el TTL; mientras que en las redes NGN con la aplicación del mecanismo de priorización de paquetes (DiffServ), tienen un trato prioritario que los demás haciendo que los paquetes lleguen a su destino oportunamente evitando descarte de los mismos debido a TTL. Mediante el análisis de cada uno de los indicadores se ha obtenido el resultado final del servicio Streaming, donde la red actual obtuvo 86,67 % y la red NGN 100 %, ofreciendo mejor calidad de servicio la red NGN en un 13,33 % (figura 56).

Con los resultados obtenidos del escenario de prueba de la calidad de servicio en el tiempo de 1 minuto, donde se genera tráfico aproximadamente de 3000 paquetes; y mediante el análisis de cada uno de los indicadores se determina que la red NGN ofrece mejor calidad de servicio tanto en servicio de Datos como en el servicio Streaming mediante la aplicación del mecanismo de QoS DiffServ.

5.3 Comprobación de Hipótesis

En función a los resultados obtenidos del análisis de calidad de servicio se comprueba la hipótesis planteada, mediante **“El análisis comparativo de la red emulada de la ESPOCH actual (salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN) y Red de Próxima Generación, se afirma que las redes de Próxima Generación ofrecen mejor calidad de servicio de transferencia de Datos en un 6,66 % y Streaming en un 13,33 %”**, implementando el mecanismo de Servicios Diferenciados “DiffServ” sobre MPLS, el mismo que incrementa la eficiencia de una red NGN, ofreciendo mejor calidad de servicio que las redes de computadores actuales.

5.4 Presentación de Propuesta

Para una visión general de la propuesta, a continuación se presenta la arquitectura del modelo NGN (Figura 57).

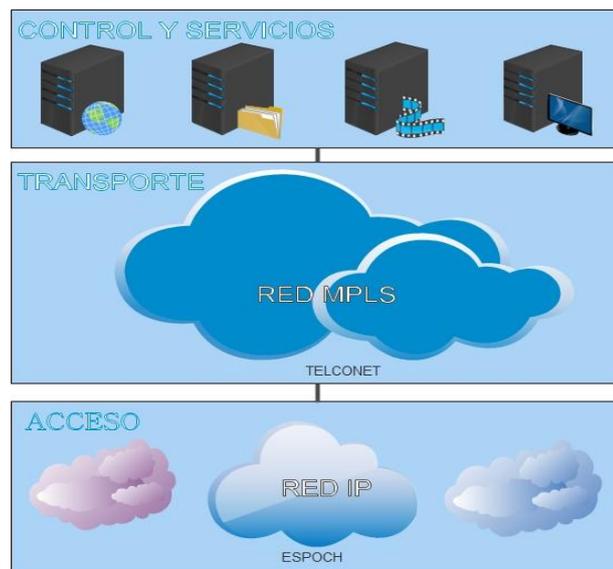


Figura 57. Arquitectura de red NGN

Fuente: Propia

En la figura 58 se presenta en detalle el estrato de transporte de la arquitectura NGN, en este caso formado por la red del ISP (TELCONET) y además se muestra cómo la ESPOCH se conecta al backbone de proveedor de Internet.



Figura 58. Salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP

Fuente: Propia

Mediante el estudio previo del mecanismo de calidad de servicio y pruebas usando prototipos, se determinó el mejoramiento de la red mediante la aplicación del mecanismo DiffServ sobre la tecnología MPLS, por lo tanto se procede a proponer la implantación del mecanismo en los routers de la empresa TELCONET en forma organizada por provincias [25].

Configuración de LER en la Provincia de Esmeraldas

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Esmeraldas	
Esmeraldas	Quinindé
Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Esmeraldas

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Esmeraldas	
Esmeraldas	Quinindé
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2	policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10	class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15	class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	class MPLS-AF31 bandwidth percent 15
class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Santo Domingo

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Santo Domingo
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Santo Domingo

Configuraciones de QOS para MPLS

Santo Domingo
Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1

<pre>class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/1 service-policy output politica-2</pre>

Configuración de LER en la Provincia de Manabí

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Manabí		
El Carmen - Portoviejo	Jipijapa – Manta	La Entrada - Pichincha
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0</pre>	<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0</pre>	<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0</pre>

class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Manabí

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Manabí		
El Carmen – Portoviejo	Jipijapa – Manta	La Entrada – Pichincha
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental

topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Carchi

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Tulcán

Tulcán
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0

<pre>class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/0 service-policy input politica-1</pre>

Configuración de LSR en la Provincia de Carchi

Configuraciones de QOS para MPLS en Tulcán

Santo Tulcán
Creación de clase
<pre>class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4</pre>

class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Imbabura

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Ibarra

Ibarra
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3

class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Imbabura

Configuraciones de QOS para MPLS en Ibarra

Ibarra
Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5

class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Pichincha

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Pichincha	
Quito	Tandapi
Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1	policy-map politica-1

class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Pichincha

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Pichincha	
Quito	Tandapi
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2	policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10	class MPLS-AF21 bandwidth percent 10

class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Napo

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Napo	
Baeza	Tena
Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32

Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Napo

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Napo	
Baeza	Tena
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2	policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10	class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15	class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	class MPLS-AF31 bandwidth percent 15

class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Sucumbíos

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Sucumbíos		
Lago Agrio	Tumbaqui	Coca
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Sucumbíos

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Sucumbíos		
Lago Agrio	Tumbaqui	Coca
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15

class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Pastaza

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Puyo

Puyo
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Pastaza

Configuraciones de QOS para MPLS en Puyo

Puyo
Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas
policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15
class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Tungurahua

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Tungurahua	
Baños	Ambato
Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Tungurahua

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Tungurahua	
Baños	Ambato
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0

class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Cotopaxi

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Latacunga

Latacunga
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0

<pre>class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/0 service-policy input politica-1</pre>

Configuración de LSR en la Provincia de Cotopaxi

Configuraciones de QOS para MPLS en Latacunga

Latacunga
Creación de clase
<pre>class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31</pre>

match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Bolívar

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Guaranda

Guaranda
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3

<pre>class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/0 service-policy input politica-1</pre>

Configuración de LSR en la Provincia de Bolívar

Configuraciones de QOS para MPLS en Guaranda

Guaranda
Creación de clase
<pre>class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-2 class MPLS-AF11</pre>

bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15
class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Chimborazo

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Riobamba

Riobamba
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas
policy-map politica-1

class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Chimborazo

Configuraciones de QOS para MPLS en Riobamba

Riobamba
Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas
policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22

<pre>bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/1 service-policy output politica-2</pre>

Configuración de LER en la Provincia de Morona Santiago

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Morona Santiago	
Macas	Gualaquiza
Creación de clase	Creación de clase
<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5</pre>	<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5</pre>
Creación de políticas	Creación de políticas
<pre>policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32</pre>	<pre>policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32</pre>
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz

Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1
---	---

Configuración de LSR en la Provincia de Morona Santiago

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Morona Santiago	
Macas	Gualaquiza
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2	policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10	class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15	class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	class MPLS-AF31 bandwidth percent 15
class MPLS-AF32	class MPLS-AF32

bandwidth percent 20	bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Azuay

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Cuenca

Cuenca
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Chimborazo

Configuraciones de QOS para MPLS en Riobamba

Riobamba
Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas
policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15
class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Zamora Chinchipe

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Zamora Chinchipe	
Yantzaza	Zamora
Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Zamora Chinchipe

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Zamora Chinchipe	
Yantzaza	Zamora
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0

class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Loja

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Loja

Loja
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0

<pre>class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21 match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/0 service-policy input politica-1</pre>

Configuración de LSR en la Provincia de Loja

Configuraciones de QOS para MPLS en Loja

Loja
Creación de clase
<pre>class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31</pre>

<pre>match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5</pre>
Creación de políticas
<pre>policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20</pre>
Asignación a la interfaz
<pre>Int f0/1 service-policy output politica-2</pre>

Configuración de LER en la Provincia de el Oro

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de el Oro		
Balsas	Guabo	Machala - Huaquillas
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0</pre>	<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0</pre>	<pre>class-map IP-AF11 match ip precedence 0</pre>
<pre>class-map IP-AF12 match ip precedence 1</pre>	<pre>class-map IP-AF12 match ip precedence 1</pre>	<pre>class-map IP-AF12 match ip precedence 1</pre>
<pre>class-map IP-AF21 match ip precedence 2</pre>	<pre>class-map IP-AF21 match ip precedence 2</pre>	<pre>class-map IP-AF21 match ip precedence 2</pre>
<pre>class-map IP-AF22</pre>	<pre>class-map IP-AF22</pre>	<pre>class-map IP-AF22</pre>

match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5	match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5	match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de el Oro

Configuraciones de QOS para el Oro

Provincia de el Oro		
Balsas	Guabo	Machala – Huaquillas
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31

match mpls experimental topmost 4	match mpls experimental topmost 4	match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2	policy-map politica-2	policy-map politica-2
class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	class MPLS-AF11 bandwidth percent 5
class MPLS-AF12 bandwidth percent 10	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10
class MPLS-AF21 bandwidth percent 10	class MPLS-AF21 bandwidth percent 10	class MPLS-AF21 bandwidth percent 10
class MPLS-AF22 bandwidth percent 15	class MPLS-AF22 bandwidth percent 15	class MPLS-AF22 bandwidth percent 15
class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	class MPLS-AF31 bandwidth percent 15	class MPLS-AF31 bandwidth percent 15
class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia del Guayas

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia del Guayas		
Naranjal	Guayaquil	Milagro
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2

class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4
class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia del Guayas

Configuraciones de QOS para el Guayas

Provincia del Guayas		
Naranjal	Guayaquil	Milagro
Creación de clase	Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3

class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Santa Elena

Configuraciones de QOS para paquetes IP en Santa Elena

Santa Elena
Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0 class-map IP-AF12 match ip precedence 1 class-map IP-AF21

match ip precedence 2 class-map IP-AF22 match ip precedence 3 class-map IP-AF31 match ip precedence 4 class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Santa Elena

Configuraciones de QOS para MPLS en Santa Elena

Santa Elena
Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0 class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1 class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2 class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3 class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4 class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5

Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5 class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2

Configuración de LER en la Provincia de Los Ríos

Configuraciones de QOS para paquetes IP

Provincia de Los Ríos	
Quevedo	Babahoyo
Creación de clase	Creación de clase
class-map IP-AF11 match ip precedence 0	class-map IP-AF11 match ip precedence 0
class-map IP-AF12 match ip precedence 1	class-map IP-AF12 match ip precedence 1
class-map IP-AF21 match ip precedence 2	class-map IP-AF21 match ip precedence 2
class-map IP-AF22 match ip precedence 3	class-map IP-AF22 match ip precedence 3
class-map IP-AF31 match ip precedence 4	class-map IP-AF31 match ip precedence 4

class-map IP-AF32 match ip precedence 5	class-map IP-AF32 match ip precedence 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32	policy-map politica-1 class IP-AF11 class IP-AF12 class IP-AF21 class IP-AF22 class IP-AF31 class IP-AF32
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/0 service-policy input politica-1	Int f0/0 service-policy input politica-1

Configuración de LSR en la Provincia de Los Ríos

Configuraciones de QOS para MPLS

Provincia de Los Ríos	
Quevedo	Babahoyo
Creación de clase	Creación de clase
class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0	class-map MPLS-AF11 match mpls experimental topmost 0
class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1	class-map MPLS-AF12 match mpls experimental topmost 1
class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2	class-map MPLS-AF21 match mpls experimental topmost 2
class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3	class-map MPLS-AF22 match mpls experimental topmost 3
class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4	class-map MPLS-AF31 match mpls experimental topmost 4
class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5	class-map MPLS-AF32 match mpls experimental topmost 5
Creación de políticas	Creación de políticas
policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5	policy-map politica-2 class MPLS-AF11 bandwidth percent 5

class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20	class MPLS-AF12 bandwidth percent 10 class MPLS-AF21 bandwidth percent 10 class MPLS-AF22 bandwidth percent 15 class MPLS-AF31 bandwidth percent 15 class MPLS-AF32 bandwidth percent 20
Asignación a la interfaz	Asignación a la interfaz
Int f0/1 service-policy output politica-2	Int f0/1 service-policy output politica-2

CONCLUSIONES

- ✓ Las redes de próxima generación garantizan la integración de múltiples servicios (voz, video y datos), permitiendo mejorar la eficiencia de los mismos en comparación a las redes de computadores actuales que ofrece sus servicios por medios físicos independientes, donde la implementación y la magnitud del cableado requieren de mayor presupuesto y mantenimiento.
- ✓ Las redes NGN cuentan con una arquitectura propia basadas en las redes WAN garantizando el rendimiento de la red, donde dicha arquitectura no se acopla a las redes LAN como en el caso de la red interna de la ESPOCH.
- ✓ GNS3 es un software o herramienta de código abierto y gratuito que permite la emulación de dispositivos de red CISCO, en el cual se plasmó el escenario de pruebas mediante la implementación de Diffserv sobre MPLS.
- ✓ D-ITG es una herramienta de distribución libre que permite generar e inyectar tráfico a nivel de red, transporte y aplicación con gran exactitud, tiene soporte para redes IPv4 e IPv6; dicha herramienta fue utilizada para la inyección de tráfico de Datos y Streaming utilizando los protocolos TCP y UDP respectivamente.
- ✓ Aplicando Diffserv en la red MPLS para el servicio de Datos, se pudo apreciar que la pérdida de paquetes se mantiene en cero, la latencia mejora en un 20 %, en cambio el jitter se mantiene en 80 % de efectividad en ambas redes; de la misma manera para el servicio Streaming, la pérdida de paquetes y la latencia mejora en un 20 %, el jitter en ambas redes son eficientes en un 100 %.

- ✓ Aplicando calidad de servicio mediante el mecanismo de Servicios Diferidos (DiffServ) en la red MPLS, se pudo apreciar que los parámetros de QoS en el servicio de Datos mejoró en un 6,66 % y en Streaming en un 13,33 %, en comparación a la red actual.

RECOMENDACIONES

- ✓ Verificar el área de cobertura y arquitectura de la red para los escenarios de pruebas a ser implementados, de modo que cumpla con los requerimientos de una red NGN.
- ✓ Disponer de máquinas con capacidad de procesamiento y memoria suficiente para la implementación de dispositivos de red en la herramienta de emulación GNS3, debido a que utiliza gran cantidad recursos.
- ✓ Antes de inyectar algún tipo de tráfico mediante la herramienta D-ITG, se debe configurar correctamente el tipo de protocolo de capa de transporte (TCP/UDP) y aplicación (Telnet, DNS, Custon, Voice) que utiliza el servicio a ser analizado, el tiempo de inyección de tráfico, tanto en el host receptor como en el emisor, debido a que de estas configuraciones difieren en los resultados.
- ✓ Implementar escenarios de pruebas utilizando IPv6 y Diffserv sobre MPLS, el cual garantizará mayor eficiencia y calidad de servicio en la red.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de la calidad de servicio de transferencia de datos y streaming que ofrece las redes actuales en comparación a las redes de próxima generación, para conocer cuál de las dos redes ofrece mejor calidad de servicio. Se empleó una investigación Cuasi Experimental debido a que se escogió muestras intencionales para la implementación del escenario de pruebas; utilizando la herramienta de emulación de dispositivos de red "GNS3" y de inyector de tráfico "D-ITG", la cual permite analizar los parámetros de QoS, mediante tráfico generado desde el computador físico (emisor) hacia el equipo virtual (receptor), atravesando la red emulada.

Como escenario de pruebas se emuló la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN del ISP, implementando Diffserv sobre MPLS para realizar el respectivo análisis de los parámetros de QoS, donde emitió valores de mejoramiento para el servicio Streaming en un 13,33 % y para el servicio de Datos en un 6,66 %.

Se concluye que la salida de la red de la ESPOCH hacia la WAN mejora la calidad de servicio de transferencia de Datos y Streaming, implementando el mecanismo de Servicios Diferidos "Diffserv" sobre MPLS, el mismo que incrementa la eficiencia de una red NGN, ofreciendo mejor calidad de servicio que las redes de computadores actuales.

SUMMARY

Objective of this research is to perform a comparative analysis of the quality of data transfer service and streaming that offers "current networks" compared to NGN (Next Generation Network), to know which of the two networks provides better quality of service. Used a quasi-experimental research due to intentional samples were chosen for the implementation of the testing scenario; using the emulation tool of network devices "GNS3" (Graphic Network Simulator 3) and traffic injector "D-ITG" (Distributed Internet Traffic Generator), which allows to analyze the QoS parameters, through traffic generated from the physical computer (sender) toward the virtual machine (receiver), crossing the emulated network.

As testing scenario is emulated the output network of the ESPOCH toward WAN (Wide Area Network) of ISP (Internet Service Provider), implementing Diffserv (Differentiated Service) over MPLS (Multi Protocol Label Switching) to perform the respective analysis of QoS (Quality of Service) parameters, where values for the Streaming service improvement was obtained around 13.33 % and for the data service around 6.66 %.

It is concluded that the output of the ESPOCH network toward the WAN improves the quality of data transfer service and Streaming, implementing the mechanism of Differentiated Services "Diffserv" in MPLS (Multi Protocol Label Switching), the same that increases the efficiency of an NGN network offering better quality of service that the current networks computers.

GLOSARIO

- **IPX (Internetwork Packet Exchange):** Protocolo de datagramas rápido orientado a comunicaciones sin conexión que se encarga de transmitir datos a través de la red.
- **SPX (Sequenced Packet Exchange):** Protocolo fiable basado en comunicaciones con conexión y se encarga de controlar la integridad de los paquetes.
- **IGP:** Protocolo de pasarela interno que hace referencia a los protocolos usados dentro de un sistema autónomo para resolver el encaminamiento.
- **VPN (Redes privadas virtuales):** Es una red privada construida dentro de una infraestructura de red pública, tal como la red mundial de Internet
- **QoS (Calidad de Servicio):** Particularmente importante para el transporte de tráfico con requerimientos especiales.
- **NGN (Redes de Próxima Generación):** Es un amplio término que se refiere a la evolución de la actual infraestructura de redes de telecomunicación.
- **MPLS:** Diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes.
- **LSP (Label Switched Path):** Establece ruta sobre una red MPLS basándose en los criterios de clase de equivalencia de reenvíos.
- **ISDN (Red Digital de Servicios Integrados):** Facilita conexiones digitales extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios.
- **ISO (Organización Internacional para la Estandarización):** Es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo.

- **OSI (interconexión de sistemas abiertos):** Es un marco de referencia para la definición de arquitecturas en la interconexión de los sistemas de comunicaciones.
- **TELNET:** Protocolo de red que permite manipular máquinas en forma remota.
- **USENET (Red de Usuarios):** Consistente en un sistema global de discusión en Internet. Los usuarios pueden leer o enviar mensajes a distintos grupos.
- **LAN:** Red de Área Local
- **MAN:** Red de Área Metropolitana
- **WAN:** Red de Área Mundial
- **Ciberespacio:** Es una realidad simulada que se encuentra implementada dentro de los ordenadores y de las redes digitales de todo el mundo.

ANEXOS

Anexo I

Detalle de las configuraciones de los routers LER y LSR [25].

Configuración de los nodos

Router LER1

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname LER1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
ip subnet-zero
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip tcp synwait-time 5
!
no ip domain lookup
!
class-map match-all IP-AF3
  match ip precedence 2
class-map match-all IP-AF2
  match ip precedence 1
class-map match-all IP-AF1
  match ip precedence 0
class-map match-all MPLS-AF1
  match mpls experimental topmost 0
class-map match-all MPLS-AF2
  match mpls experimental topmost 1
```

```
class-map match-all MPLS-AF3
  match mpls experimental topmost 2
!
policy-map politica-1
  class IP-AF1
    police 8000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 0 exceed-action drop
  class IP-AF2
    police 10000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 1 exceed-action set-
mpls-exp-imposition-transmit 0
  class IP-AF3
    police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 2 exceed-action set-
mpls-exp-imposition-transmit 1
policy-map politica-2
  class MPLS-AF1
    bandwidth percent 5
    random-detect
  class MPLS-AF2
    bandwidth percent 10
    random-detect
  class MPLS-AF3
    bandwidth percent 15
    random-detect
!
interface FastEthernet0/0
  ip address 172.16.10.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
  mpls mtu 1508
  service-policy input politica-1
!
interface FastEthernet0/1
  no ip address
  shutdown
  duplex auto
  speed auto
!
interface Serial1/0
  ip address 192.168.1.25 255.255.255.252
  mpls label protocol ldp
  mpls ip
  mpls mtu 1508
  serial restart-delay 0
  no dce-terminal-timing-enable
  service-policy output politica-2
!
```

```
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
router ospf 1
mpls ldp sync
log-adjacency-changes
network 172.16.10.0 0.0.0.255 area 1
network 192.168.1.24 0.0.0.3 area 1
!
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!

logging alarm informational
!
control-plane
!
gatekeeper
shutdown
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
```

```
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
end
Router LER2
```

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname LER2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
ip subnet-zero
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip tcp synwait-time 5
!
no ip domain lookup
!
class-map match-all MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 0
class-map match-all MPLS-AF2
 match mpls experimental topmost 1
class-map match-all MPLS-AF3
 match mpls experimental topmost 2
class-map match-all qos-group-AF1
 match qos-group 0
class-map match-all qos-group-AF3
 match qos-group 2
class-map match-all qos-group-AF2
 match qos-group 1
!
policy-map politica-5
 class MPLS-AF1
 set qos-group mpls experimental topmost
 class MPLS-AF2
```

```
set qos-group mpls experimental topmost
class MPLS-AF3
set qos-group mpls experimental topmost
policy-map politica-6
class qos-group-AF1
bandwidth percent 5
random-detect
set precedence qos-group
class qos-group-AF2
bandwidth percent 10
random-detect
set precedence qos-group
class qos-group-AF3
bandwidth percent 15
random-detect
set precedence qos-group
!
interface FastEthernet0/0
ip address 172.16.20.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
mpls mtu 1508
service-policy output politica-6
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
ip address 192.168.1.22 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy input politica-5
!
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
```

```
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
router ospf 1
mpls ldp sync
log-adjacency-changes
network 172.16.20.0 0.0.0.255 area 2
network 192.168.1.20 0.0.0.3 area 2
!
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging alarm informational
!
control-plane
!
gatekeeper
shutdown
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
End
```

Router LSR1

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname LSR1
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
ip subnet-zero
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip tcp synwait-time 5
!
no ip domain lookup
!
class-map match-all MPLS-AF1
  match mpls experimental topmost 0
class-map match-all MPLS-AF2
  match mpls experimental topmost 1
class-map match-all MPLS-AF3
  match mpls experimental topmost 2
class-map match-all qos-group-AF1
  match qos-group 0
class-map match-all qos-group-AF3
  match qos-group 2
class-map match-all qos-group-AF2
  match qos-group 1
!
policy-map politica-3
  class MPLS-AF1
    set qos-group mpls experimental topmost
  class MPLS-AF2
    set qos-group mpls experimental topmost
  class MPLS-AF3
    set qos-group mpls experimental topmost
policy-map politica-4
  class qos-group-AF1
```

```
bandwidth percent 5
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
class qos-group-AF2
bandwidth percent 10
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
class qos-group-AF3
bandwidth percent 15
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
ip address 192.168.1.6 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy input politica-3
!
interface Serial1/1
ip address 192.168.1.9 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy output politica-4
!
interface Serial1/2
no ip address
shutdown
```

```
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
router ospf 1
mpls ldp sync
log-adjacency-changes
network 192.168.1.4 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.8 0.0.0.3 area 0
!
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging alarm informational
!
control-plane
!
gatekeeper
shutdown
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
End
```

Router LSR2

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname LSR2
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
ip subnet-zero
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip tcp synwait-time 5
!
no ip domain lookup
!

class-map match-all MPLS-AF1
 match mpls experimental topmost 0
class-map match-all MPLS-AF2
 match mpls experimental topmost 1
class-map match-all MPLS-AF3
 match mpls experimental topmost 2
class-map match-all qos-group-AF1
 match qos-group 0
class-map match-all qos-group-AF3
 match qos-group 2
class-map match-all qos-group-AF2
 match qos-group 1
!
policy-map politica-3
 class MPLS-AF1
  set qos-group mpls experimental topmost
 class MPLS-AF2
  set qos-group mpls experimental topmost
 class MPLS-AF3
  set qos-group mpls experimental topmost
policy-map politica-4
```

```
class qos-group-AF1
bandwidth percent 5
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
class qos-group-AF2
bandwidth percent 10
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
class qos-group-AF3
bandwidth percent 15
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
ip address 192.168.1.14 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy input politica-3
!
interface Serial1/1
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/2
ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
```

```
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy output politica-4
!
interface Serial1/3
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
router ospf 1
mpls ldp sync
log-adjacency-changes
network 192.168.1.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.12 0.0.0.3 area 0
!
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging alarm informational
!
control-plane

!
gatekeeper
shutdown
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
End
```

Router LSR3

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname LSR3
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
ip subnet-zero
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip tcp synwait-time 5
!
no ip domain lookup
!
class-map match-all MPLS-AF1
  match mpls experimental topmost 0
class-map match-all MPLS-AF2
  match mpls experimental topmost 1
class-map match-all MPLS-AF3
  match mpls experimental topmost 2
class-map match-all qos-group-AF1
  match qos-group 0
class-map match-all qos-group-AF3
  match qos-group 2
class-map match-all qos-group-AF2
  match qos-group 1
!
policy-map politica-3
  class MPLS-AF1
    set qos-group mpls experimental topmost
  class MPLS-AF2
    set qos-group mpls experimental topmost
  class MPLS-AF3
    set qos-group mpls experimental topmost
policy-map politica-4
  class qos-group-AF1
```

```
bandwidth percent 5
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
class qos-group-AF2
bandwidth percent 10
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
class qos-group-AF3
bandwidth percent 15
random-detect
set mpls experimental topmost qos-group
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
ip address 192.168.1.21 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/1
ip address 192.168.1.10 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/2
ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
```

```
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/3
ip address 192.168.1.18 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy input politica-3
!
router ospf 1
mpls ldp sync
log-adjacency-changes
network 192.168.1.0 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.8 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.16 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.20 0.0.0.3 area 2
!
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging alarm informational
!
control-plane
!
gatekeeper
shutdown
!
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
stopbits 1
line vty 0 4
login
!
end
```

Router LSR4

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname LSR4
!
boot-start-marker
boot-end-marker
!
no aaa new-model
!
resource policy
!
ip subnet-zero
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip tcp synwait-time 5
!
no ip domain lookup
!

class-map match-all mpls-in
match mpls experimental topmost 2
!
policy-map mpls-in
class mpls-in
set mpls experimental topmost 1
!

interface FastEthernet0/0
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
shutdown
duplex auto
speed auto
!
interface Serial1/0
```

```
ip address 192.168.1.17 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/1
ip address 192.168.1.13 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/2
ip address 192.168.1.5 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
!
interface Serial1/3
ip address 192.168.1.26 255.255.255.252
mpls label protocol ldp
mpls ip
mpls mtu 1508
serial restart-delay 0
no dce-terminal-timing-enable
service-policy input mpls-in
!
router ospf 1
mpls ldp sync
log-adjacency-changes
network 192.168.1.4 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.12 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.16 0.0.0.3 area 0
network 192.168.1.24 0.0.0.3 area 1
!
ip classless
no ip http server
no ip http secure-server
!
logging alarm informational
```

```
!  
control-plane  
!  
gatekeeper  
shutdown  
!  
line con 0  
exec-timeout 0 0  
privilege level 15  
logging synchronous  
stopbits 1  
line aux 0  
exec-timeout 0 0  
privilege level 15  
logging synchronous  
stopbits 1  
line vty 0 4  
login  
!  
end
```

Anexo II

Estructura de red del ISP (TELCONET)



Fuente: TELCONET

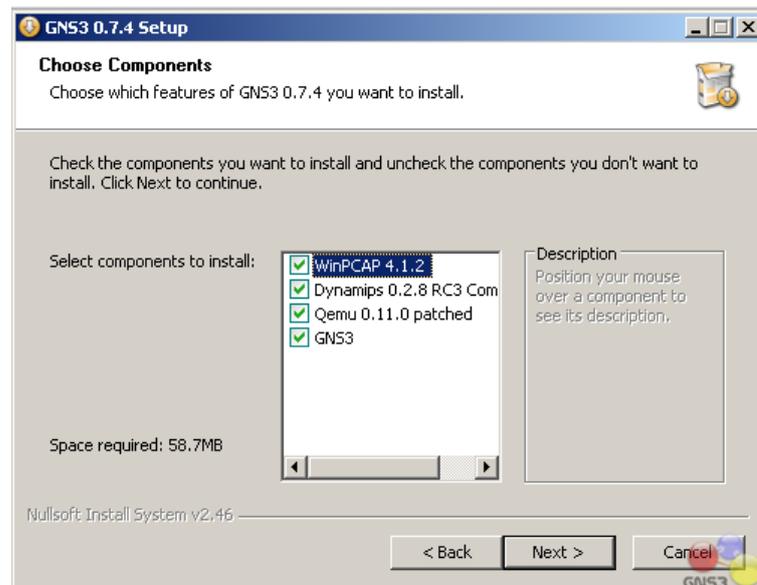
Anexo III

Instalación de la herramienta GNS3

En el instalador de la herramienta incluye WinPcap, Dynamips, Pemu, los cuales pueden ser descargados desde la página oficial www.gns3.net, y escoger el sistema operativo deseado según nuestras necesidades.

Para el sistema operativo Windows hay versiones de 32 y 64 bits, también hay de tipo portable que no necesitan ser instalados.

Una vez descargado procedemos a la instalación.

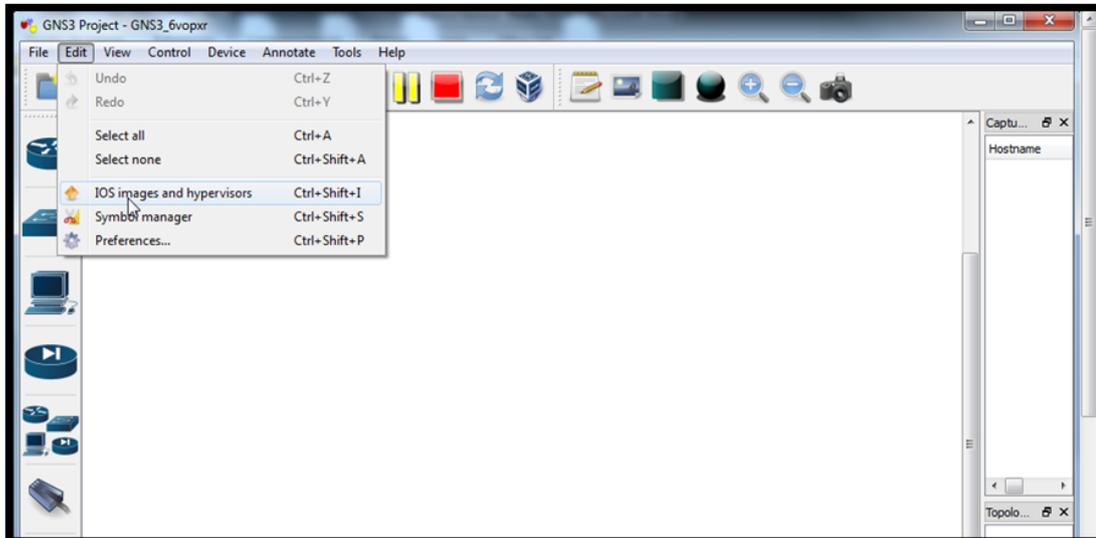


Fuente: <https://community.gns3.com/>

Configuración

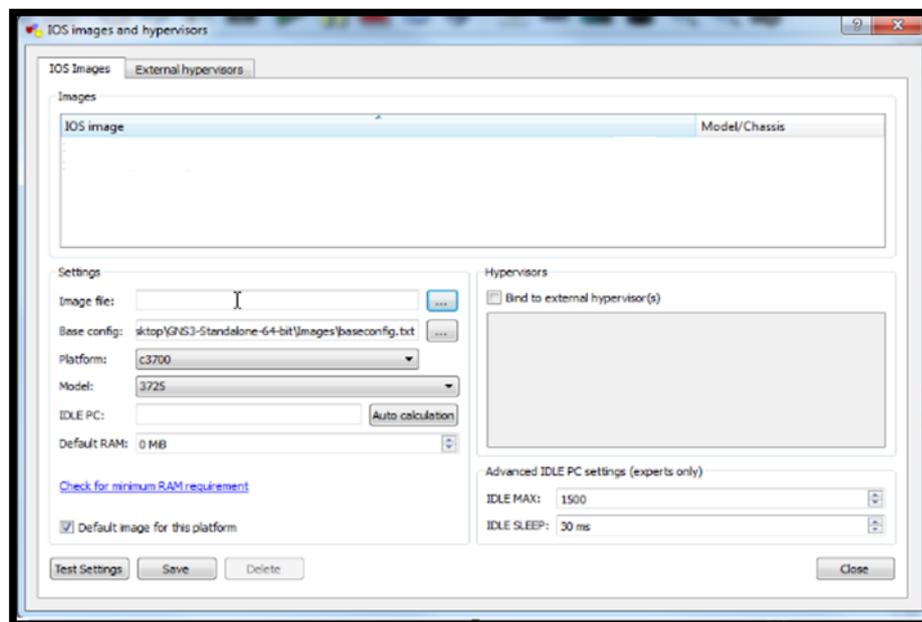
Lo primero que se debe hacer después de la instalación es configurar los IOS, para lo cual se debe tener descargado previamente.

Una vez abierto el programa, en el menú edit seleccionamos IOS images and hypervisors, Como se muestra en la siguiente figura.



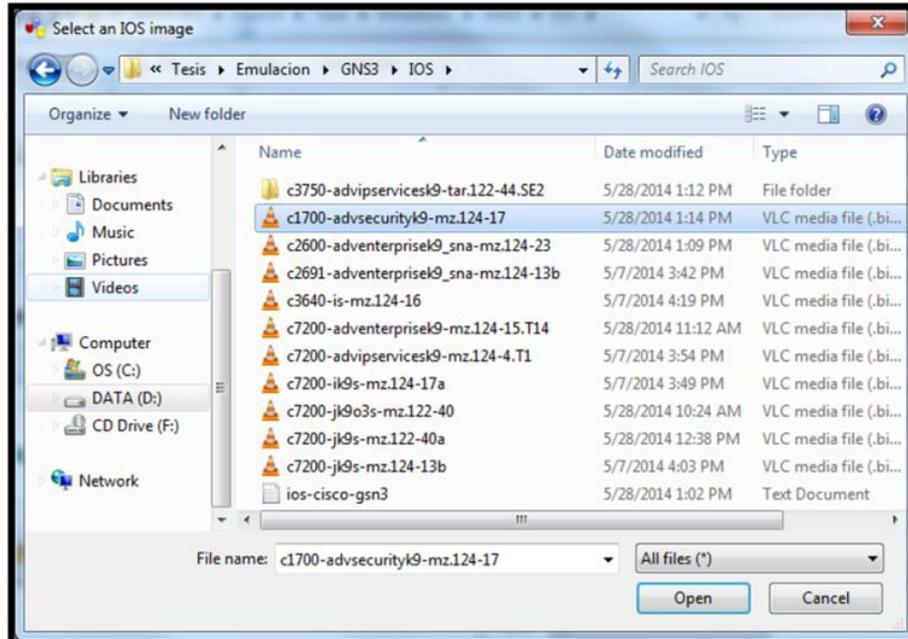
Fuente: Propia

Seleccionamos Image file para cargar la imagen



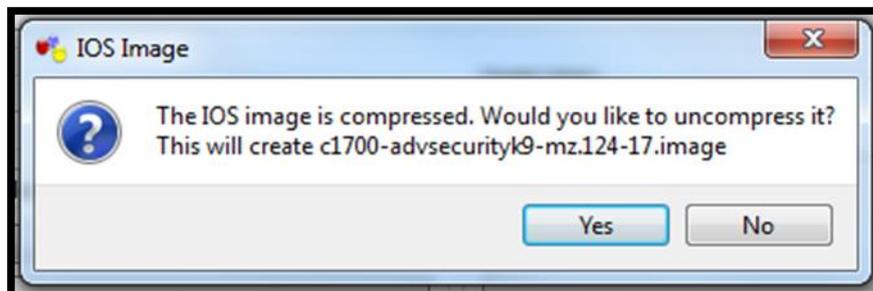
Fuente: Propia

Hay distintos tipos de IOS, de las cuales debemos seleccionar el apropiado a nuestros requerimientos.



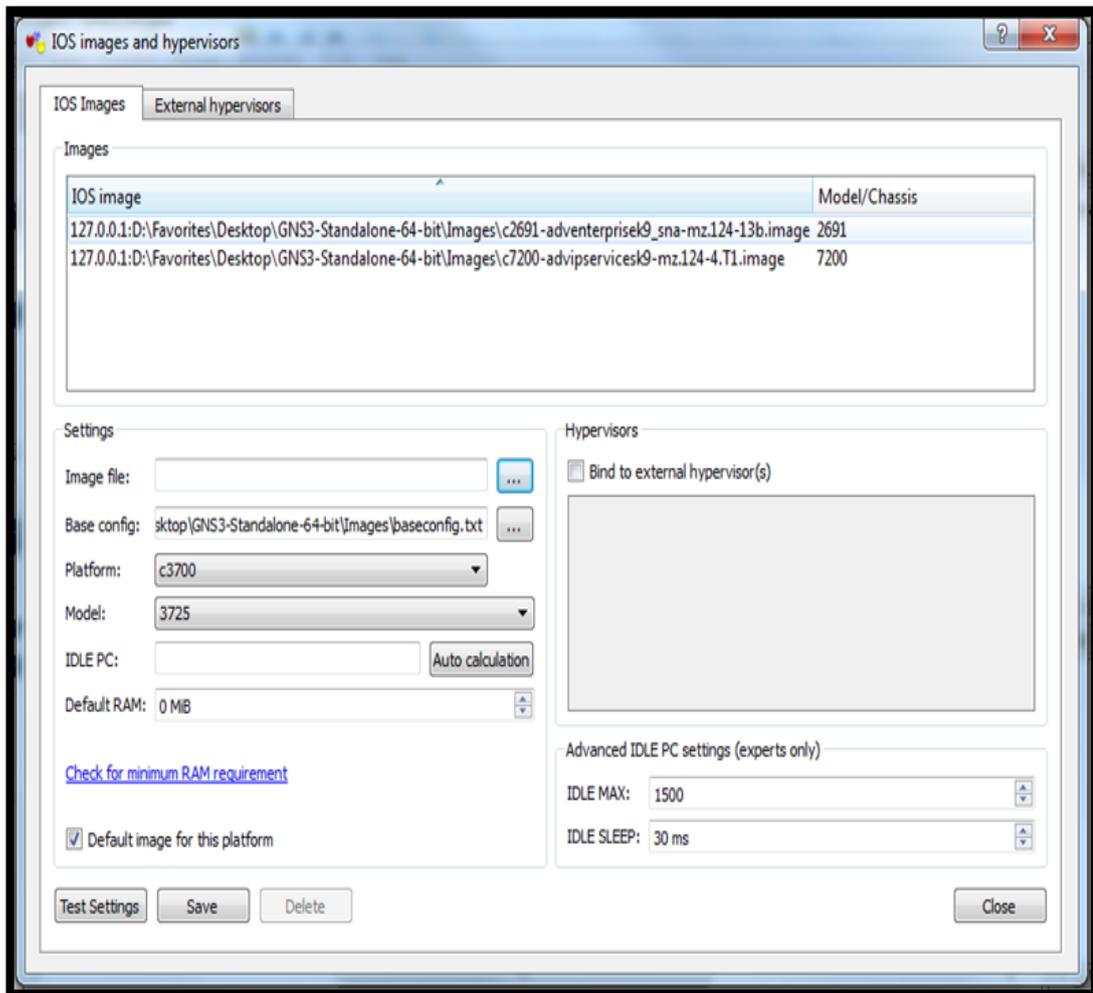
Fuente: Propia

Una vez seleccionado y abierto el IOS, nos muestra un mensaje preguntando si deseamos descomprimir la imagen, es recomendable poner si, debido a que al momento ejecutar el diseño de una red se demorará en cargar, porque primero debe descomprimir sino lo está.



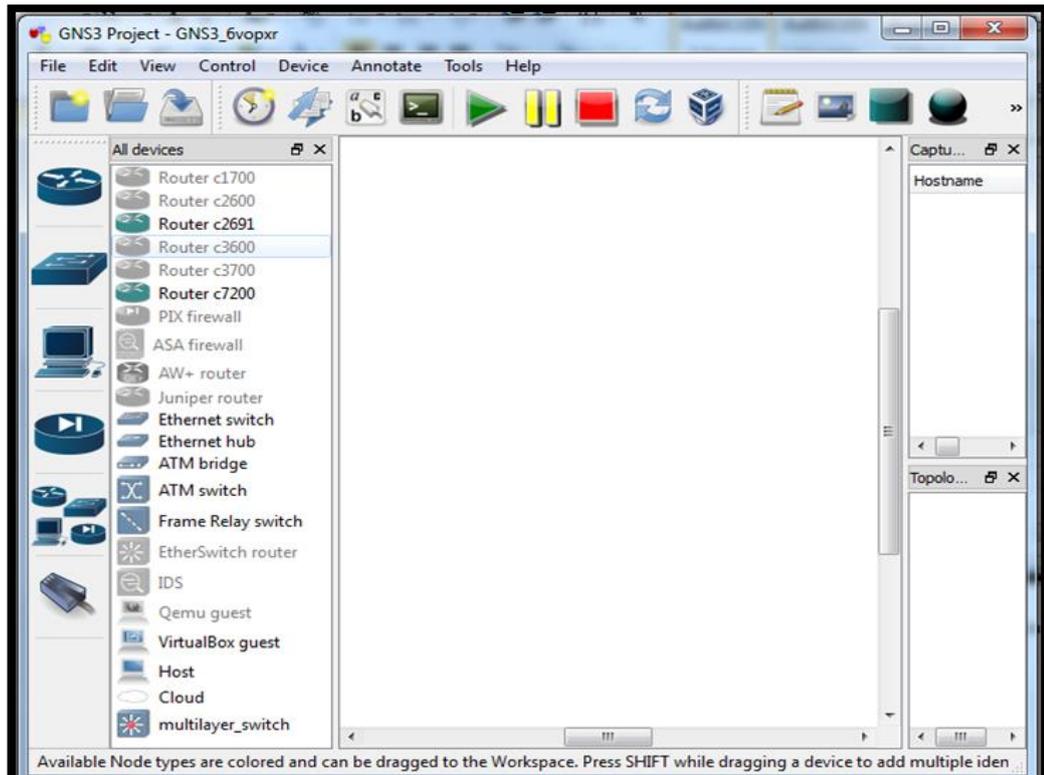
Fuente: Propia

Al cargar el IOS se muestra datos como: la plataforma y modelo de la imagen, damos click en guardar (save) y cerramos (close) la ventana.



Fuente: Propia

Es recomendable crear una carpeta para las imágenes a utilizar dentro de GNS3 para evitar problemas de manipulación y daño. En la siguiente figura se muestra el marco de trabajo.



Fuente: Propia

Al dar clic en cualquiera de los dispositivos del panel izquierdo despliega otro panel a su derecha desde donde se puede escoger dispositivos para el diseño de la topología, los dispositivos de color gris son aquellos que no han sido cargado los IOS y no se podrá utilizar mientras no se cargue el sistema operativo.

Anexo IV

Instalación de la herramienta D-ITG

- ✓ Descargar de la página oficial de: <http://traffic.comics.unina.it/software/ITG/> desde la sección de descargas, en este caso para Windows.
- ✓ En casos de Windows simplemente hay que extraerlo en una carpeta y listo, en Linux se debe hacer otros procesos extras.

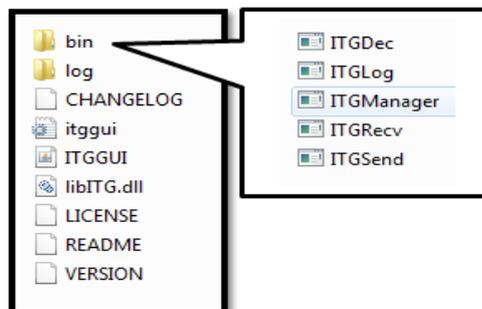
Instalación de la interfaz gráfica (GUI) para D-ITG

- ✓ Descargar desde la página: <http://www.semken.com/projekte/index.html>.
- ✓ Copiar en la carpeta de D-ITG, después de descomprimir.
- ✓ Si al ejecutar ITGGUI.jar despliega el programa está correcto.

Configuración de D-ITG GUI

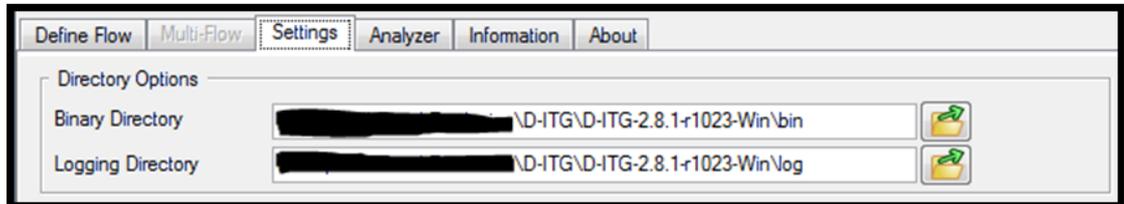
Antes del funcionamiento es necesario crear 2 directorios dentro de la carpeta D-ITG, con los nombre log y bin respectivamente.

En la carpeta bin copiar los ejecutables de la carpeta raíz D-ITG, y posteriormente ejecutar ITGGUI.



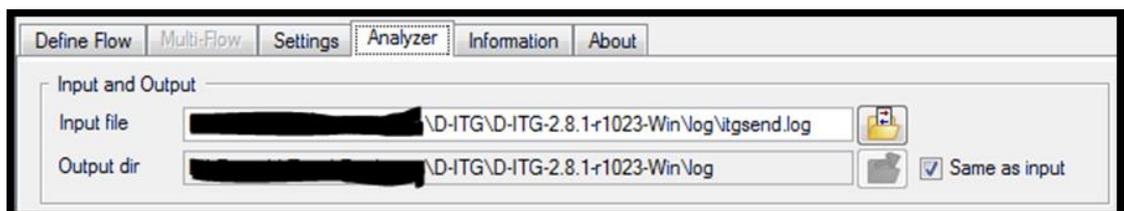
Fuente: Propia

En la pestaña Setting, en la opción de “Binary Directory” seleccionamos la carpeta bin, de la misma forma la opción de “Logging Directory” a la carpeta log.



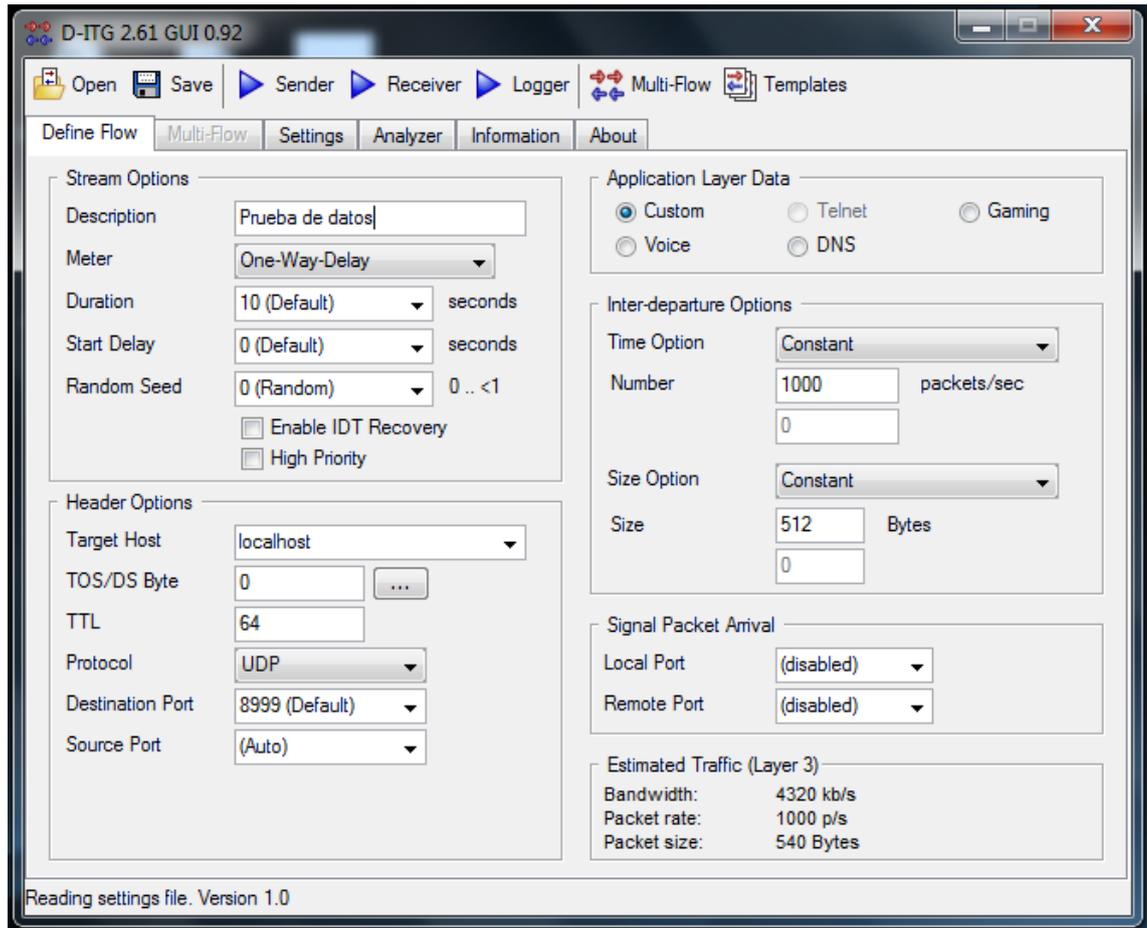
Fuente: Propia

En la pestaña Analyzer, en la opción “Input and Output” también direccionar a la carpeta log, desde donde se analizara los datos del tráfico, ya sea en el emisor, receptor o en ambos host, según las necesidades.



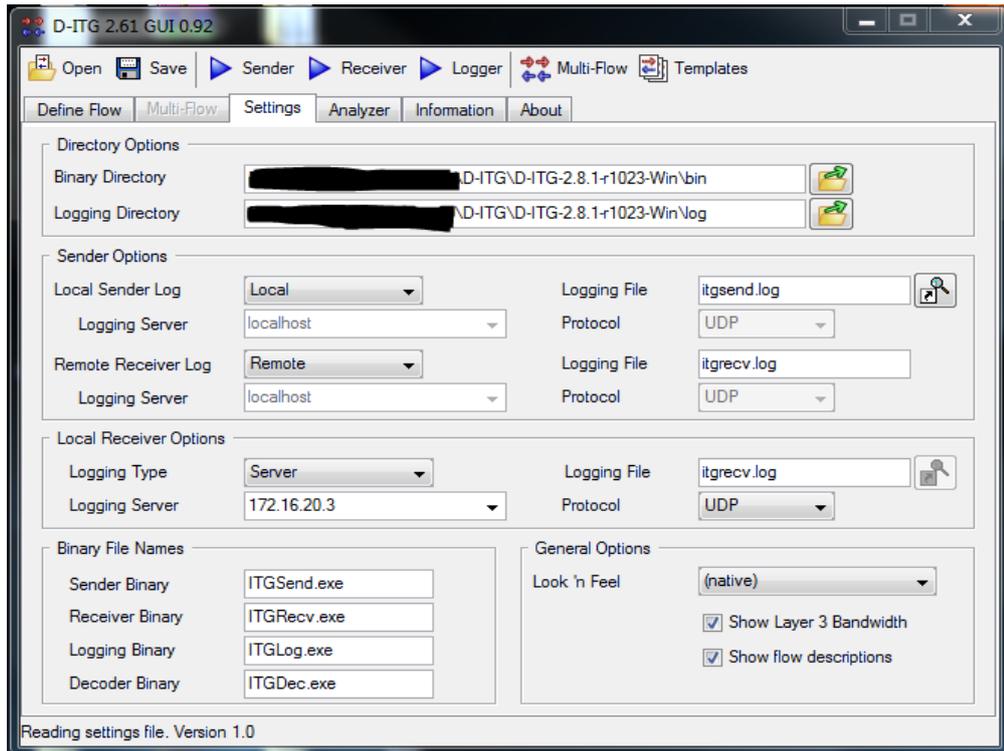
Fuente: Propia

Entre los aspectos importantes a tener en cuenta en la pestaña “Define Flow” son: Description, es la etiqueta para asignar un nombre para la prueba; Meter, para los tiempos solamente de ida (One-Way-Delay) o de ida y vuelta (Round-Trip-Time); Duration, cantidad de tiempo de la prueba a realizar; Target Host, si la prueba es local entonces localhost caso contrario el IP destino; Protocol, el tipo de protocolo a utilizar en capa de red o de transporte; Application Layer Data, tipo de servicio a enviar desde la capa de aplicación; otras opciones como el ancho de banda, velocidad de los paquetes, tamaño de los paquetes, entre otras depende del tipo de servicio de la capa de aplicación.



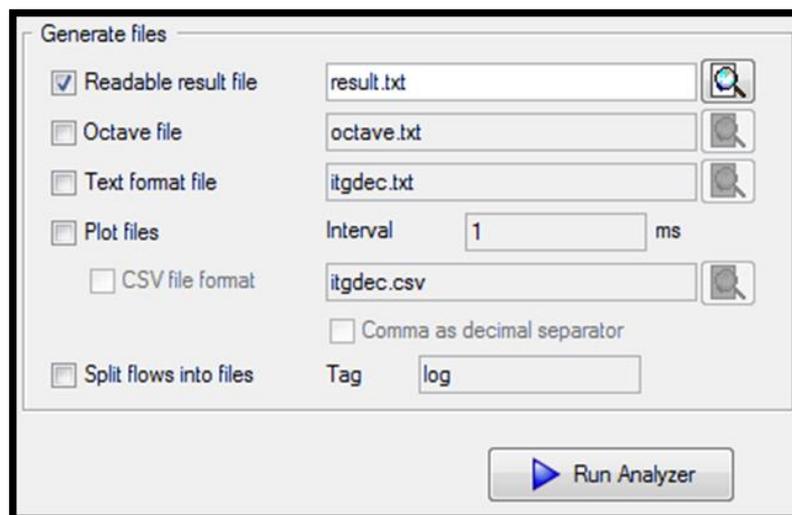
Fuente: Propia

En la pestaña Settings se configura las opciones de captura de datos del tráfico del emisor y receptor dependiendo si las pruebas se van a realizar en una red local o remota, y si se desea obtener datos tanto en el emisor como receptor o solamente en una de ellas.



Fuente: Propia

En la pestaña Analyzer se configura las opciones de tipo de resultados que se desea obtener, en la opción generate files, y mediante el botón Run Analyzer se muestra los resultados.



Fuente: Propia

Proceso de prueba

- ✓ Verificar la configuración para que obtenga resultados tanto en el emisor como en el receptor, en este caso.
- ✓ Se activa el logger y receiver del receptor
- ✓ A continuación logger y sender del emisor
- ✓ Esperamos el tiempo programado, hasta que se detenga automáticamente el sender.
- ✓ Posteriormente se finaliza el logger del emisor, receiver y logger del receptor respectivamente.
- ✓ Una vez finalizado el tiempo de obtención de datos se procede a obtener resultados mediante el botón Run Analyzer. También es posible cargar los archivos de los resultados por comando mediante el decodificador ITGDEC.
- ✓ Una vez generado los resultados podemos observar distintos parámetros de QoS, tales como la latencia (average delay), jitter (average jitter), pérdida de paquetes (packets dropped), entre otras.

```

Editor - D:\Espoch\Tesis\Emulacion\D-ITG\D-ITG-2.8.1-r1023-WinV...
Save Save as... Print... Close
ITGDec version 2.8.1 (r1023)
Compile-time options:
-----
Flow number: 1
From 172.16.10.3:65469
To 172.16.10.3:65469
-----
Total time = 59.991000 s
Total packets = 1333
Minimum delay = 0.000000 s
Maximum delay = 0.000000 s
Average delay = 0.000000 s
Average jitter = 0.000000 s
Delay standard deviation = 0.000000 s
Bytes received = 1993814
Average bitrate = 265.881749 Kbit/s
Average packet rate = 22.220000 pkt/s
Packets dropped = 0 (0.00 %)
Average loss-burst size = 0.000000 pkt
-----

```

Fuente: Propia

Una vez generada los resultados se procede a realizar los análisis correspondientes, con diferentes datos y valores de las variables; para verificar la existencia de tráfico y

otros valores de los paquetes y tipos de paquetes, es posible capturar en tráfico mediante un sniffer wireshark o configurar en GNS3 para que pueda almacenar el tráfico para posteriormente abrir con un analizador de tráfico.

ANEXO V

CUESTIONARIOS

Cuestionarios acerca de la información recabada del ISP



CUESTIONARIO SOBRES LAS REDES NGN

Esta investigación se la realiza con el objetivo de recabar información con respecto al comportamiento de la red y los servicios que el proveedor de internet ofrece a la ESPOCH; y realizar un estudio de tesis del tema: 'ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE SERVICIO ENTRE LAS REDES ACTUALES Y LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN'; debido a que nos ayudará para la resolución de la misma sin perjuicio a la respectiva institución educativa.

En el caso de los aspectos valorativos, debe responder/marcar con visto (✓).

1. ¿Qué métodos utiliza en la transmisión de datos?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Encriptación			✗		
Compresión			✗		

→ VPN

2. ¿Qué tipo de servicios ofrecen el ISP a la ESPOCH y como lo califica?

		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Convergencia de redes	Fijas	✗				✓
	Móviles	✗				
Convergencia de Servicios	Voz (mensajería y telefonía)	✗				
	Datos(email, web, intercambio de archivos)	✗				✓
	Video (tv, juegos interactivos, videotelefonía)	✗				
	Otros Servicios (Video bajo demanda, IVR, conferencias con compartición de archivos y aplicaciones, servicios basados en localización, etc.).				,	✓

- telcomnet

→ Telefonía IP

3. ¿Cómo califica la Calidad de Servicio que ofrece el ISP a la empresa?

		VALORACIÓN				
		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
PARÁMETROS QUE CONTROLA	Retardo (latencia) o delay		✓			✗
	Variación de retardo o Jitter		✓			✗
	Pérdidas de paquetes		✓			✗
	Ancho de banda					✗
	Otros.....					
MECANISMOS QUE APLICA	Best-Effor (Mejor esfuerzo)					
	IntServ/RSVP					
	DiffServ					
	MPLS					
	Ingeniería de tráfico					
	Otros.....					



Handwritten signature or initials.



4. ¿Qué Protocolos de QoS y soporte les ofrecen el ISP a la ESPOCH y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
RTP (Real time protocol)					
RCTP (Real time control protocol)					
RSVP (Resource reservation protocol)					
LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)					
IntServ (Integrated services)					
DiffServ (Differentiated Services) o modelo de servicios diferenciados					
Otros...					

5. ¿Qué tipo de servicios de distinta naturaleza le ofrece el ISP a la ESPOCH y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Tiempo real				✓	
No tiempo real				✓	
Streaming					
Multimedia					

6. ¿Qué tipo de protocolos de señalización y de control le ofrece el ISP a la ESPOCH y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
SS7					
SIGTRAN					
H.323					
H.248 (MEGACO)					
SIP					
Otros...					

7. ¿Qué tipo de protocolos y tecnologías le ofrece el ISP a la ESPOCH y como lo califica?

	VALORACIÓN				
	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
ATM					
Frame relay					
PSTN					
ISDN					
Ethernet					
X.25					
Wimax					
xDSL					
WLL (Wireless Local Loop)					

27/11



2

Otros.....					
------------	--	--	--	--	--

8. ¿Qué tipos de medios de transmisión soporta la red de la ESPOCH y como lo califica?

		VALORACIÓN				
		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
CABLEADAS (MEDIOS GUIADOS)	Par trenzado (cobre)					✓
	Fibra óptica					✓
	Cable coaxial					
	Otros.....					

		VALORACIÓN				
		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
INALÁMBRICAS (MEDIOS NO GUIADOS)	Microondas terrestre					
	Microondas satelital					
	Radiofrecuencia				✓	
	Ondas de radio				✓	
	Satelital (sateliatl dijital)					
	Wifi				✓	
	LMDS					
	Celulares					
	Otros.....					

9. ¿Qué tipo de topología utiliza la red y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Malla <i>Inolambres</i>					✓
Estrella					✓
Punto a punto				✓	
Bus					
Anillo o circular					
Árbol					

10. ¿Qué tipos de enlaces posee la red y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Enlaces fijos					✓
Enlaces redundantes					✓



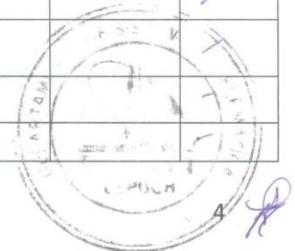


11. ¿De qué manera distribuye el contenido por medio de la red y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Unicast					✓
Multicast		✓			✓
Broadcast				✓	

12. ¿Qué característica cumplen los equipos de la red (switch / routers) y como lo califica?

		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
	Soporta MPLS y funcionalidad de VPN.			✓		
	Cuentan con Interfaces Gigabit Ethernet y fibra óptica					✓
	Cuenta con soporte de IPv6					✓
	Soportan QoS en el core MPLS	✗				
	Flexibilidad en módulos para cubrir las futuras demandas		✓			
Protocolos de Enrutamiento	OSPF	✓				
	IS-IS	✓				
	BGPv4	✓				
	EIGRP	✓				
	RIP	✓				
	BGP	✓				
	IGMP	✓				
	H.323					
	SIP					
	IPv6	✓				✓
PIM <i>estatico</i>					✓	
Protocolos de Señalización o Distribución de etiquetas	RSVP					
	LDP					
	TDP					
	OTRO (Especifique cual).....					
Protocolos de Capa de Aplicación	FTP (File Transport Protocol)					✓
	HTTP (Hypertext transfer Protocol)					✓
	SMTP (Simple Mail transfer Protocol)					✓
	POP3 (Post Office Protocol)					✓
	IMAP (Internet Message Access Protocol)					✓
	DNS (Domain Name System)					✓
	TFTP (Trivial File Transfer Protocol)					✓
	Telnet					✓
	SSH (Secure Shell)					✓
	IRC (Internet relay Chat)		✓			
	SNMP (Simple Network Management Protocol)					✓
DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)					✓	
Protocolo de Capa de Transporte	TCP					
	UDP					



La presente investigación se la realiza con el objetivo de recabar información sobre los servicios que ofrece TELCONET a sus clientes; la misma que nos servirá para el análisis comparativo de la calidad de servicio.

En el caso de los aspectos valorativos, debe responder/marcar con visto (✓).

1. ¿Cómo califica la calidad de servicio que ofrece Telconet como portador, según los siguientes parámetros?

		VALORACIÓN				
		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
PARÁMETROS QUE CONTROLA	Retardo (latencia) o delay		✓			
	Variación de retardo o Jitter		✓			
	Pérdidas de paquetes		✓			
	Disponibilidad de Ancho de banda					✓

2. ¿Cómo califica los diferentes tipos de servicios que ofrece Telconet?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Tiempo real				✓	
No tiempo real					✓
Streaming				✓	
Multimedia				✓	

3. ¿Según los indicadores de calidad de servicio, cómo califica a la empresa Telconet en relación a los servicios que ofrecen otros portadores?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
PTD				✓	
PDA	✓				
TRA				✓	
PRB	✓				

Agradecemos por su colaboración.



Nombre: Alex Troje A

Institución: SUPERTEL

[Handwritten Signature]

0607037566001



ESPOCH
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Saber para ser

CUESTIONARIO SOBRES LAS REDES

NGN

La presente investigación se la realiza con el objetivo de recabar información sobre los servicios que ofrece TELCONET a sus clientes; la misma que nos servirá para el análisis comparativo de la calidad de servicio.

En el caso de los aspectos valorativos, debe responder/marcar con visto (✓).

1. ¿Según los indicadores de calidad de servicio, cómo califica al portador de servicio Telconet?

Indique: Porcentaje de disponibilidad de servicio (PTD), en un trimestre.

() 95% () 96% () 97% () 98% (x) 99%

En los últimos 3 trimestres de este año cuál es: Porcentaje de averías (PDA).

(x) 18% () 19% () 20% () 21% () 22%

En las últimas reparaciones: Tiempo medio de reparación de averías (TRA).

(x) 6h () 7h () 8h () 9h () 10h

De las averías resueltas: Porcentaje de averías con tiempo de reparación mayor a 8 horas (PR8).

(x) 3% () 4% () 5% () 6% () 7%

2. ¿Califique los parámetros de calidad de servicio del proveedor de servicio de valor agregado (Telconet) a ESPOCH (cliente)?

¿Cómo califica en los últimos semestres: Relación con el cliente (amabilidad/disponibilidad/rapidez)?

() 1% () 2% () 3% (x) 4% () 5%

¿En los últimos meses, cuál es: Porcentaje de reclamos generales procedentes, de Espoch?

(x) 0% (x) 1% () 2% () 3% () 4%

De todos los últimos reclamos mensuales realizados, el tiempo promedio de: Tiempo máximo de resolución de reclamos generales.

(x) 5 días () 6 días () 7 días () 8 días () 9 días

En los últimos meses de este año, cuál es: Porcentaje de reclamos de facturación

(x) 0% () 1% () 2% () 3% () 4%

En los últimos meses de este año, cuál es: Tiempo promedio de reparación de averías efectivas.

(x) 8h () 18h () 24h () 32h () 40h

En los últimos meses de este año: Porcentaje de reclamos por la capacidad de canal de acceso contratado por el cliente.

() 0% (x) 1% () 2% () 3% () 4%

Agradecemos por su colaboración.



Ing. David Gascón
[Signature]

Cuestionarios acerca de la información recabada de la ESPOCH



CUESTIONARIO SOBRES LAS REDES **NGN**

Esta investigación se la realiza con el objetivo de recabar información con respecto al comportamiento de la red y los servicios que el proveedor de internet ofrece a la ESPOCH; y realizar un estudio de tesis del tema: 'ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD DE SERVICIO ENTRE LAS REDES ACTUALES Y LAS REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN'; debido a que nos ayudará para la resolución de la misma sin perjuicio a la respectiva institución educativa.

En el caso de los aspectos valorativos, debe responder/marcar con visto (✓).

1. ¿Qué tipo de servicios ofrece la red de la ESPOCH y como lo califica?

Con calidad!

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Voz (mensajería y telefonía)				✓	
Datos(email, web, intercambio de archivos)					✓
Video (tv, juegos interactivos, videotelefonía)			✓		
Otros Servicios (Video bajo demanda, IVR, conferencias con compartición de archivos y aplicaciones, servicios basados en localización, etc.).			✓	✓	

2. ¿La red de la ESPOCH utiliza algún tipo de mecanismo de calidad de servicio?

SI (✓)

No ()

Si respondió si seleccione alguno de estos mecanismos, caso contrario favor de especificar el mecanismo

	VALORACIÓN				
	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Best-Effor (Mejor esfuerzo)					✓
IntServ/RSVP					
DiffServ					
Ingeniería de tráfico					
Otros..... <i>QoS</i>					



3. ¿En caso de manejar parámetros de calidad de servicio para un mejor control de la red de la ESPOCH, cómo calificaría los siguientes parámetros?

		VALORACIÓN				
		Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
PARÁMETROS QUE CONTROLA	Retardo (latencia) o delay		X			
	Variación de retardo o Jitter		X			
	Pérdidas de paquetes		X			
	Disponibilidad de Ancho de banda					X
	Otros.....					

4. ¿Qué tipo de servicios de distinta naturaleza ofrece la red de la ESPOCH y como lo califica?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
Tiempo real		X			
No tiempo real					X
Streaming	X				
Multimedia	X				

5. ¿Qué tipo de servidores utiliza la red de la ESPOCH y como lo calificaría?

	Nada	Poco	Medianamente	Aceptable	Mucho
FTP				X	
HTTP					X
SMTP					X
POP3		X			X
IMAP	X				
DNS					X
TFTP		X			
SSH					
IRC	X				



BIBLIOGRAFÍA

[1] **Escalante Guevara, M. J.** «Estudio y Análisis de Factibilidad para la Implementación de un Anillo de Fibra Óptica en la Ciudad de Riobamba Orientado a Redes NGN Investigado en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT - EP)», **Thesis** - Ingeniero en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, 2011.

[2] **Hernández, A. y Domínguez, A.** «Análisis de implementación y recomendación de soluciones corporativas de comunicaciones unificadas NGN Based con Business Communications Manager (BCM) de NORTEL», **Thesis** – Ingeniero en Sistemas y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional – Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Quito, 2009.

[3] **O. Pachacama y C. Gonzalo**, «Diseño de un Nodo de Acceso de voz, datos y video para la red de Nueva Generación de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública C.N.T. E.P. en la ciudad del Coca», **Thesis** - Ingeniero en Electrónica y Redes de Información-, Escuela Politécnica Nacional - Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Quito, 2012.

[4] **R. Salgado Flores**, “REDES,” p. 6, Nov. 2013.

[5] **Gustavo**, “MPLS,” Red Social Educativa Euroinnova Formacion, 14-Nov-2012. .

[6] **Muñoz Mateos, Alejandro, and José Oscar Fajardo Portillo.** “Redes de Área Local, Metropolitana y Extensa,” 2005. http://det.bi.ehu.es/redesLAN/attach?page=Art%EDculos%2FQoS_v1.0.pdf.

[7] **J. Fenandez**, “Redes de Nueva Generacion,” presented at the Prezi, 21-Dec-2012.

[8] **Chandi Cerna, L. H.** “Estudio para la implementación de un sistema que ofrezca el servicio Triple play con calidad de servicio (QoS) para la ciudad de Quito,” **Thesis** - Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional - Facultada de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Quito, 2008.

- [9] «**Servicios en una WAN convergente**». Redes WAN, 7 de julio de 2014. <http://www.freedocx.com/doc/servicios-en-una-wan-convergente-4126/>.
- [10] **Tanenbaum**, Redes de Computadores, Cuarta edición. México: Editorial/production supervision: Patti Guerrieri, 2003.
- [11] «**PROTOCOLOS DEL MODELO OSI**», 19 de marzo de 2000. <http://cprzara2.educa.aragon.es/ficheros/recursosxp/Fundamentos%20de%20redes/3.-%20Protocolos%20de%20red.pdf>.
- [12] **H. Cárdenas Gonzales**. «PROTOCOLOS DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL», Cuenca de 2006. <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/211/3/Capitulo%202.pdf>.
- [13] **Carvajal Ladino, S**, «Consideraciones de calidad de servicio para tráfico de video en redes WAN», p. 6, 16-mar-2012.
- [14] **G. V. Robalino Romero**, “Estudio Comparativo de Aplicaciones Software para Video Streaming y Pasarelas en Servicios de Videoconferencia para la ESPOCH,” **Thesis**, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2012.
- [15] **Palomino, Isaac**. “Tecnologías en redes de Nueva Generación,” May 2009. http://www.telecentros.pe/img_upload/3ebf28670cc26d6c98d026abe0126c40/NGN_Per__v3.pdf.
- [16] **Pignataro, Natalia**. “Introducción a redes NGN,” 2011. https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/67108/mod_resource/content/1/Introduccion_a_NGN_pagina_de_notasv1.pdf.
- [17] **García Subirón, S**. “Calidad de Servicio en redes NGN,” **Thesis** - Master, Universitat Politècnica de Catalunya - Departament de Teoria de Senyal y Comunicaciones, Barcelona, 2012.
- [18] **Cuéllar Quiñones, J. C**. “Análisis de configuraciones en el núcleo de una red NGN para garantizar QoS,” S&T, vol. 8, no. Norteamérica, p. 12, Nov. 2010.
- [19] **Grossmann, J**. “GNS3,” Empowering Network Professional, 2014. [Online]. Available: <http://www.gns3.com/>. [Accessed: 017-Oct-2014].

[20] COMICS - University of Napoli Federico II, “...: Traffic and Tools :...,” NETWORK MONITORING AND MEASUREMENTS, 2003. [Online]. Available: <http://traffic.comics.unina.it/>. [Accessed: 06-Sep-2014].

[21] Pescape, A. Avallone, S. and Donato, E. “...: vs ... [Volker Semken],” Graphical User Interface for D-ITG 2.7, 2014. [Online]. Available: <http://www.semken.com/projekte/index.html>. [Accessed: 30-Sep-2014].

[22]K. Velazquez and E. Gamess, “A comparative Analysis of Network Benchmarking Tools,” vol. I, p. 7, Oct. 2009.

[23]L. Nieto and P. Hidalgo, “Diseño y configuración de calidad de servicio en la tecnología MPLS para un ISP,” p. 8.

[24]ITU, “ITU-T’s Definition of NGN,” Committed to connecting the world, 2014. [Online]. Available: <http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/ngn/Pages/definition.aspx>. [Accessed: 12-Aug-2014].

[25]S. K. Narváez Pupiales, “Diseño de una red de backbone con tecnología mpls para el soporte de Servicios Triple Play en la empresa ECUANET-MEGADATOS S.A,” Thesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2010.