



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MAGISTER EN REDES DE INFORMACIÓN Y
CONECTIVIDAD – MRIC**

**TEMA: DISEÑO DE LA RED DE CONTRIBUCIÓN PARA EL
CANAL DE TELEVISIÓN DE LA ESPE.**

**AUTORES: Ing. DUEÑAS MORA, FREDDY ABELARDO
Ing. RIVERA GONZÁLEZ, MARCO DAVID**

DIRECTOR: DR. OLMEDO CIFUENTES, GONZALO

SANGOLQUÍ

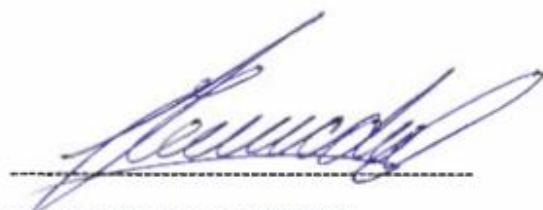
2016

CERTIFICACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "**DISEÑO DE LA RED DE CONTRIBUCIÓN PARA EL CANAL DE TELEVISIÓN DE LA ESPE**" realizado por los señores **FREDDY ABELARDO DUEÑAS MORA** Y **MARCO DAVID RIVERA GONZÁLEZ**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlos y autorizar a los señores **FREDDY ABELARDO DUEÑAS MORA** y **MARCO DAVID RIVERA GONZÁLEZ** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 08 de enero 2016



DR. GONZALO OLMEDO.

DOCENTE DEEE.

TUTOR DE TESIS.

AUTORIA RESPONSABILIDAD

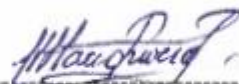
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD Nosotro, FREDDY ABELARDO DUEÑAS MORA con cédula de identidad N° 1705606612 y MARCO DAVID RIVERA GONZÁLEZ, con cédula de identidad N° 1704420403, declaro que este trabajo de titulación “**DISEÑO DE LA RED DE CONTRIBUCIÓN PARA EL CANAL DE TELEVISIÓN DE LA ESPE**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 08 de enero 2016



FREDDY ABELARDO DUEÑAS MORA
C.C 1705606612



MARCO DAVID RIVERA GONZÁLEZ
C.C 1704420403

DEDICATORIA

Marco

A mis Padres y Hermanos, a Belén mi adorada esposa, mis hijos David, Nicolay y Anthony, por ser el motivo de mi vida y cuales siempre amaré. Gracias por ser la fuente que me inspira salir a delante cada día.

Freddy

A mi Madre y mis hijos que han sido el pilar donde sustento todos mis esfuerzos y logros.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios, por darnos la vida, a nuestros tutores que nos guiaron para la elaboración de este documento.

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional, que siempre nos dan la fuerza e ímpetu para seguir cada día adelante.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORIA RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE DE CONTENIDO.....	vi
Índice de Figuras	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de tablas.....	xi
RESUMEN.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
1. TELEVISIÓN DIGITAL	1
1.1. Televisión Digital Terrestre (TDT).....	1
1.2. Principios Básicos de la TDT	1
1.3. Mayor Aprovechamiento del Ancho de Banda TDT.....	2
1.4. Mayor Límite De Calidad De Imagen Y Sonido	4
1.5. Ancho de Banda.....	6
1.6. Estándares de TDT.....	6
1.7. ATSC	8
1.8. Digital Video Broadcasting (Dvb) en Europa.....	11
1.8.1. DVB-T	11
1.8.2. DVB-H.....	12
1.8.3. DVB-S	13
1.8.4. DVB-S2	16
1.8.5. DVB-S y DVB-S2	16
1.8.6. DMB-T/H de China (DTMB).....	17
1.8.7. ISDB-T	18
1.8.8. Características técnicas del ISDB-T	19
1.8.9. Alta calidad / flexibilidad del servicio	20
1.8.10. Robustez / flexibilidad de recepción.....	20
1.8.11. Utilización efectiva del recurso de frecuencias	21
1.8.12. Movilidad/Portabilidad	21
1.8.13. Servicio One-seg.....	21

1.8.14.	Compatibilidad.....	21
1.8.15.	Características de la norma ISDB-T	22
1.9.	ISDB-Tb (SBTVDT)	22
1.9.1.	Características de la norma SBTVDT.....	22
1.9.2.	Recepción e interactividad.....	23
1.10.	Redes De Acceso y Transporte de Televisión Digital	24
1.10.1.	Las 8 Plataformas de TV Digital	24
CAPÍTULO II		25
2.	COMPRESIÓN DE VIDEO Y SONIDO	25
2.1.	H.264	25
2.2.	Características de la primera versión del H.264	26
2.3.	Códec de audio: MPEG-4.....	27
2.4.	Estructura Estándar AAC.....	28
2.5.	Herramientas del codificador AAC	29
2.5.1.	Banco de filtros.....	29
2.5.2.	Temporal Noise Shaping (TNS)	30
2.5.2.1.	Características del TNS:	30
2.5.2.2.	Predicción	30
2.5.2.3.	Sustitución perceptual del ruido	30
2.5.2.4.	Codificación middle/side:	31
2.5.2.5.	Codificación sin pérdidas:	31
2.5.2.6.	Factores de escala:	31
2.5.3.	HE (High Efficient).....	31
CAPÍTULO III		33
3.	TÉCNICAS DE TRANSPORTE DE AUDIO Y VIDEO	33
3.1.	Cloud Computing.....	33
3.1.1.	Beneficios	33
3.1.2.	¿Por qué Utilizar las Soluciones Propietarias?	34
3.1.3.	¿Por qué Utilizar las Soluciones Open Source?.....	34
3.2.	MPLS.....	34
3.2.1.	Orígenes de MPLS.....	35
3.2.2.	Elementos MPLS	36
3.2.3.	Las principales aplicaciones de MPLS son:.....	37
3.2.4.	Jerarquía MPLS	37

3.2.5.	Etiquetas MPLS	38
3.3.	IPTV	39
3.3.1.	Características:.....	39
3.4.	Metroethernet.....	41
CAPÍTULO IV		42
4.	ESTUDIO DE LA RED TECNOLÓGICA DE LA ESPE	42
4.1.	Descripción elementos activos de la red	44
4.1.1.	El Router Central 5500-EI SFP R1	44
CAPÍTULO V		51
5.	ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE CONTRIBUCIÓN PARA EL CANAL DE TELEVISIÓN DE LA ESPE PROPUESTA.	51
5.1.	Las Redes de Contribución para un Canal de Televisión	51
5.2.	Propuesta de Diseño Red de Contribución Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Modelo 2	51
5.2.1.	Análisis de Tráfico.....	52
5.2.2.	Para la tx de voz.-	52
5.2.3.	Para la tx de datos.-.....	53
5.2.4.	Para la transmisión de video	54
5.2.5.	Para la Seguridad de la Red	54
5.2.6.	Cifrado IPSec.-.....	54
5.2.7.	El Nuevo Cifrado de Nivel 2-Compatible con MPLS:	55
5.3.	Equipo principal LSR: Cisco 3600 Series	57
5.4.	Especificaciones y Características:	59
5.5.	Propuesta de Red de contribución para el canal de Tv Digital de la ESPE	64
5.6.	Pasos para Instalación D-ITG en Ubuntu	65
5.6.1.	Configuración de los router del Esquema de prueba de inyección de tráfico en GNS3	67
5.6.1.1.	Configuración R1.....	67
5.6.1.2.	Configuración R2.....	68
5.6.1.3.	Configuración R3.....	71
5.6.1.4.	Configuración R4.....	73
5.6.1.5.	Configuración R5.....	75
5.6.1.6.	Configuración de Tarjetas de Red Máquinas Virtuales	77
5.6.1.7.	Configuración de los parámetros D-ITG	78
5.7.	Pruebas y Análisis de Resultados	81

5.7.1.	Prueba del enlace entre los dispositivos red MPLS	81
5.8.	Análisis de Resultados	93
CAPÍTULO VI.....		107
6.	SEGURIDADES EN REDES.....	107
6.1.	Amenaza o Ataque.-	107
6.2.	Fundamentos de la Seguridad	108
6.2.1.	Que son los intrusos.-.....	109
6.2.2.	Tipos de ataques:	109
6.2.2.1.	Pasivos	109
6.2.2.2.	Activos.....	109
6.2.2.4.	Denial of Service	109
6.2.2.5.	Exploit.....	110
6.2.2.6.	Análisis de paquetes:	110
6.2.2.7.	La seguridad en las redes de comunicación.....	110
6.2.2.7.1.	Confidencialidad.....	110
6.2.2.7.2.	Disponibilidad.....	111
6.3.	Servicios de seguridad	111
6.3.1.	Procedimiento operativo	112
6.3.2.	Mecanismos de seguridad.....	112
6.3.2.1.	Mecanismos Preventivos	112
6.3.2.2.	Mecanismos Detectores	113
6.3.2.3.	Mecanismos Disuasivos.-	113
CAPÍTULO VII		114
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
Bibliografía		115

Índice de Figuras

Figura 1.	Esquema Funcionamiento TDT	2
Figura 2.	Zonas de uso de los diferentes estándares (Status, 2015).....	7
Figura 3	Esquema de Televisión digital (Sandoval F. , 2015).....	9
Figura 4	Esquema DVB	12
Figura 5.	Esquema DVB-S.....	14
Figura 6.	Transmisión Sistema DVB	15
Figura 7.	Receptor Sistema DVB.....	15
Figura 8.	Esquema Cloud Computing.....	33
Figura 9.	Esquema de Tecnología MPLS	35

Figura 10. Pilas de Etiquetas de MPLS.....	36
Figura 11. Identificación Paquete MPLS	38
Figura 12 Detalle Cabecera MPLS	39
Figura 13. Diagrama WAN ESPE Primer Diseño (Utic's ESPE).....	42
Figura 14. Diagrama Lógico ESPE (Utic's ESPE)	43
Figura 15. Diseño Red Interna ESPE.....	44
Figura 16. Diseño 2 Red ESPE	57
Figura 17. Equipo Principal LSR: 3Com Router 5000 Family	59
Figura 18. Diagrama Red Héroes de Cenepa	61
Figura 19. Diagrama Red Departamento de Lenguas	62
Figura 20. Diagrama Red IASA 1	62
Figura 21. Diagrama de red IASA KM23	63
Figura 22 Diagrama de red IASA KM 35	63
Figura 23 Diagrama propuesto de red MPLS ESPE	64
Figura 24. Permisos de lectura y escritura para ITGGUI.jar	66
Figura 25 Configuración de la tarjeta de red Transmisor	77
Figura 26 Configuración tarjeta de red Receptor	77
Figura 27 Configuración Receptor D-ITG Define Flow.....	78
Figura 28 Configuración Trasmisor D-ITG Define Flow	79
Figura 29 Configuración pestaña setting D-ITG.....	80
Figura 30 Configuración Pestaña Analyzer	80
Figura 31 Red MPLS	81
Figura 32 Ping interna de MPLS.....	81
Figura 33. Ping entre host de la red MPLS	82
Figura 34. Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s, 256 bytes	83
Figura 35 Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s, 512 bytes	84
Figura 36 Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s 1024 bytes	84
Figura 37 Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s 2048 bytes	85
Figura 38 Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s 256 bytes	85
Figura 39 Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s 512 bytes	86
Figura 40 Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s 1024 bytes	86
Figura 41. Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s y 2048 bytes	87
Figura 42. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s y 256 bytes	87
Figura 43. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s y 512 bytes	88
Figura 44. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s 1024 bytes	88
Figura 45. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s y 2048 bytes	89
Figura 46. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s y 256 bytes	89
Figura 47. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s y 512 bytes	90
Figura 48. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s 1024 bytes	90
Figura 49. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s y 2048 bytes	91
Figura 50. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paquetes/s 256 bytes	91
Figura 51. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paq/s 512 bytes	92
Figura 52. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paquetes/s 1024 bytes	92
Figura 53. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paquetes/s 2048 bytes	93
Figura 54. Delay para envió 1000 paquetes / segundo.....	94
Figura 55. Delay para envió 2000 paquetes / segundo.....	94
Figura 56. Delay para envió 5000 paquetes / segundo.....	95
Figura 57. Delay para envió 15000 paquetes / segundo.....	95

Figura 58. Delay para envi3 30000 paquetes / segundo.....	96
Figura 59. Jitter para envi3 1000 paquetes / segundo	97
Figura 60 Jitter para envi3 2000 paquetes / segundo	97
Figura 61. Jitter para envi3 5000 paquetes/segundo	98
Figura 62. Jitter para envi3 15000 paquetes / segundo	99
Figura 63. Jitter para envi3 30000 paquetes / segundo	99
Figura 64. Bitrate para envi3 1000 paquetes / segundo	100
Figura 65. Bitrate para envi3 2000 paquetes / segundo	101
Figura 66. Bitrate para envi3 2000 paquetes / segundo	101
Figura 67. Bitrate para envi3 15000 paquetes / segundo	102
Figura 68. Bitrate para envi3 30000 paquetes/segundo	102
Figura 69. Paquetes perdidos para envi3 10000 paquetes / segundo	103
Figura 70. Paquetes perdidos para envi3 2000 paquetes / segundo	104
Figura 71. Paquetes perdidos para envi3 5000 paquetes / segundo	105
Figura 72. Paquetes perdidos para envi3 15000 paquetes / segundo	106
Figura 73 Paquetes perdidos para envi3 30000 paquetes / segundo	106
Figura 74. Factores de seguridad	108

Índice de cuadros

Cuadro 1 Est3ndares de TDT	7
Cuadro 2 Requerimientos en Jap3n para la Transmisi3n Terrestre Digital de TV ...	19

Índice de tablas

Tabla 1 Formatos HDTV y SDTV	10
Tabla 2 Variaci3n de la Tasa de bits	14
Tabla 3 Est3ndares de decodificaci3n de voz	53
Tabla 4 Requerimiento de internet para trasmisi3n de datos	53
Tabla 5 Tasa de velocidad trasmisi3n video	54
Tabla 6 Escenarios para la inyecci3n de tr3fico con l D-ITG, AB requerido	83

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el análisis de la infraestructura tecnológica con que cuenta la ESPE y sus Sedes, para determinar el diseño más óptimo de la red para la transmisión de señales de TDT (Televisión Digital Terrestre), este estudio recomendará la metodología más adecuada para garantizar calidad de servicio QoS, que es uno de los factores requeridos para una señal óptima de TDT, de esta forma se podrá brindar una programación variada como podrían ser: cursos pregrabados o en línea, noticias referentes a la ESPE, actividades Académicas entre otras. Adicionalmente se implementó un escenario de pruebas, donde se realiza una emulación de la red propuesta, utilizando la herramienta Gns3, donde podemos trabajar con los sistemas operativos propios de los routers, con la finalidad de demostrar la factibilidad del diseño. Se utilizaron máquinas virtuales para realizar las mediciones necesarias para garantizar calidad de servicio, ancho de banda, baja tasa de pérdida de paquetes, latencia, a través de generadores de tráfico, para este proyecto se utilizó el generador de tráfico D-ITG.

PALABRAS CLAVES:

- **TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE**
- **SEGURIDADES DE COMUNICACIÓN**
- **REDES DE COMUNICACIONES**
- **NORMAS ESTÁNDARES DE TDT**
- **CALIDAD DE SERVICIO**

ABSTRACT

In this project the analysis of the technological infrastructure available to the ESPE and venues to determine the optimal design of the network for the transmission of signals DTT (Digital Terrestrial Television) is done, this study will recommend the most appropriate methodology to ensure QoS, which is one of the factors required for optimal signal TDT, thus it can provide a varied program as they could be: pre or online courses, news about the ESPE, Academic activities including. Additionally, a test scenario where an emulation of the proposed network is performed using GNS3 tool, which can work with their own operating systems, routers, in order to demonstrate the feasibility of the design, was implemented. VMs were used to perform the necessary steps to ensure quality of service, bandwidth, low packet loss rate, latency measurements through traffic generators, for this project the traffic generator D-ITG was used.

KEYWORDS:

- **TERRESTRIAL DIGITAL TELEVISION**
- **ASSURANCES OF COMMUNICATION**
- **COMMUNICATIONS NETWORKS**
- **TDT STANDARDS**
- **QUALITY OF SERVICE**

CAPÍTULO I

1. TELEVISIÓN DIGITAL

1.1. Televisión Digital Terrestre (TDT)

Es conocida como Televisión digital abierta (TDA), es la transmisión de imágenes en movimiento y sonido mediante señales digitales a través de una red de repetidores terrestres. La codificación digital presenta grandes ventajas una de ellas es la compresión de la señal, también puede hacer un uso eficiente del espectro radioeléctrico.

En la TDT la transmisión de la señal de televisión se realiza íntegramente con tecnología digital, lo que mejora la calidad tanto de audio como de vídeo, la misma que permite la incorporación de servicios interactivos de televisión. Además, la digitalización de la señal de televisión reduce el ancho de banda que se necesita para la transmisión de cada canal, por lo cual puede incrementar el número de canales de televisión o puede utilizar el ancho de banda sobrante para la integración de nuevos servicios.

En resumen se podría decir que esta tecnología sustituirá la tv analógica convencional, debido a que la imagen, el sonido, y los servicios adicionales se transforman en información digital, la cual es difundida a través de las ondas terrestres y recibida por las antenas de tv convencionales.

1.2. Principios Básicos de la TDT

Las bandas de frecuencia que pueden utilizarse para el servicio de televisión digital terrestre son las mismas que se utilizan para la televisión analógica terrestre, en concreto en las bandas VHF (entre 41 y 230 MHz) y UHF (entre 470 y 960 MHz).

El espectro dedicado a la transmisión de canales de televisión se divide en canales de frecuencias o canales múltiples. Cada uno de estos canales, puede utilizarse para albergar varios programas digitales de televisión (de 4 a 6) acompañados o no de otros servicios digitales (mientras que con tecnología analógica, un solo programa de televisión ocupa un canal completo). Igualmente, un canal múltiple completo puede dedicarse a la transmisión de un solo programa digital de televisión de alta definición.

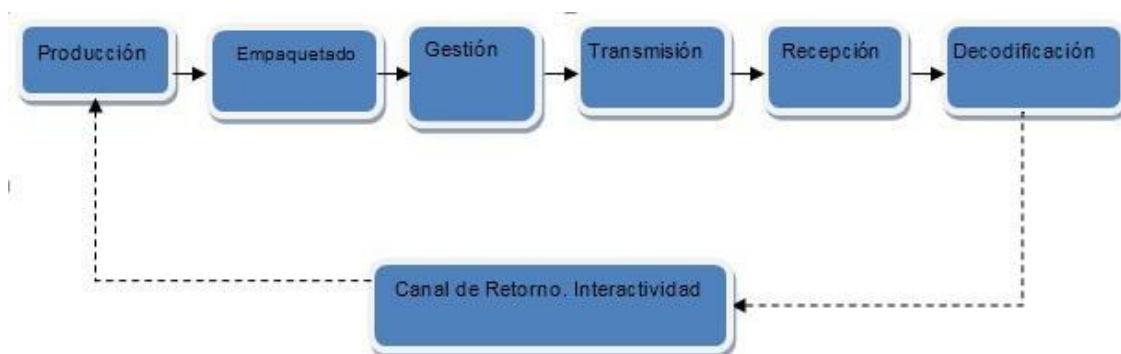


Figura 1. Esquema Funcionamiento TDT

En la figura 1 podemos observar que los contenidos audiovisuales se generan en la etapa de producción, en la siguiente etapa es el empaquetado de los contenidos por parte de los radiodifusores. A continuación pasamos a la gestión del multiplexor donde se combinan los programas y servicios que integran cada uno de los canales múltiples reservados a las transmisiones de TDT (Villamarín, Illescas, Olmedo, & Lara, 2013). La señal es transmitida una vez integrado cada uno de los canales múltiples, por el operador de red.

La recepción de la señal de TDT se realiza en los hogares que dispongan de una antena, individual o colectiva, adaptada a este tipo de transmisiones. Finalmente, la señal recibida pasa por el equipo de decodificación para que pueda ser interpretada por un televisor convencional.

Para lograr la prestación de servicios interactivos, el sistema de TDT puede dotarse de un canal de retorno que permita la comunicación en sentido ascendente (desde el usuario al radiodifusor). Esto puede hacerse utilizando como canal de retorno la red telefónica convencional o la red de telefonía móvil.

Gracias a esta variedad de formatos, por ejemplo, un canal de televisión puede optar por transmitir un solo programa en Alta Definición, o varios programas en definición estándar.

1.3. Mayor Aprovechamiento del Ancho de Banda TDT

Al realizar la multiplexación, permite emitir más canales en el espacio antes empleado por uno solo, dichos canales en el sistema digital se conocen como "programas digitales", denominado ahora "canal múltiple digital" o "múltiplex". El

número de programas a transmitirse dependerá del ratio de compresión.

La señal digital no es más robusta que la analógica, es decir, la señal digital puede tener interferencias. Ambas son señales electromagnéticas, de la misma naturaleza, y susceptibles de ser distorsionadas por campos eléctricos o magnéticos, por las condiciones geográficas, ambientales y meteorológicas, etc.

En la forma de decodificar la información radica la diferencia entre ambas, la codificación digital sigue algoritmos lógicos que permiten posteriormente identificar y corregir errores.

La transmisión de TDT mantiene parámetros técnicos establecidos por diferentes estándares tecnológicos. Existen varios estándares, por su ubicación geográfica, la digitalización de la televisión lleva consigo numerosas ventajas en la forma de entender y utilizar la televisión; la representación numérica permite el uso de compresores, filtros digitales, control de conexión local, detección y corrección de errores, canales de doble vía, etc.

Una de las principales ventajas de la digitalización es poder aplicar técnicas de compresión de datos, logrando así una optimización del ancho de banda. Por ejemplo, un canal analógico tiene un ancho de banda típico de 6 MHz en América y 8 MHz en Europa, con este mismo ancho de banda pueden transmitirse hasta 5 canales de video y audio digital.

El algoritmo más utilizado para la compresión de video y audio se llama MPEG-2 (MovingPicturesExpertsGroup). La tecnología de televisión analógica sólo permite la transmisión de un único programa de televisión por cada canal UHF (ya sea de 6 MHz, 7 MHz u 8 MHz de ancho de banda). Además los canales adyacentes al que tiene lugar una emisión deben estar libres para evitar las interferencias.

La codificación digital de los programas permite que en el ancho de banda disponible en un solo canal UHF se puedan transmitir varios programas con la calidad similar a la de un DVD o uno o dos con calidad HD.

El número de programas simultáneos depende de la calidad de imagen y sonido deseadas, si bien en la actualidad es de cinco programas, con un uso habitual de cuatro, lo cual da una buena calidad en imágenes con movimientos lentos, en escenas de más acción se pueden apreciar fácilmente zonas de la imagen distorsionadas, que reciben

el nombre de *artefactos* (anomalías) (*artifacts*, en inglés) debido a la codificación digital MPEG-2 de baja velocidad.

Sin embargo, la gran flexibilidad de la codificación MPEG-2 permite cambiar estos parámetros en cualquier momento, de manera transparente a los usuarios. El bloque de cuatro o cinco canales de emisión que se emite por un canal habitual de UHF recibe el nombre de MUX (múltiplex). El flujo binario del MUX es la multiplexación de los canales que lo componen. La relación de flujo de cada canal multiplexado se puede regular a voluntad, lo que es equivalente a regular la calidad de los mismos. Se puede asignar un flujo alto a una película o un evento deportivo de pago detrayendo flujo de los otros canales que componen el MUX y pueden ser de emisión abierta.

Un sistema inteligente estima el flujo de cada canal que compone un MUX en cada momento y va asignando mayor o menor ancho de banda según la necesidad detectada.

1.4. Mayor Límite De Calidad De Imagen Y Sonido

Debido al aprovechamiento del ancho de banda, las emisiones de TDT constan de mejor calidad audiovisual. La calidad de la imagen y el sonido en la TDT se divide en dos importantes categorías:

- La SD o SDTV es la televisión normal ANALÓGICA transmitida en formato DIGITAL 576i (calidad de 576 líneas), y
- la HDTV o Televisión de alta definición tiene un formato de alta definición o 'resolución' que en la actualidad llega a 1080p del estándar H 264 (1080 líneas horizontales que dan cuenta de la resolución vertical, p escaneo progresivo no entrelazado).

La TDT se ve afectada por dispersión de energía, zonas de sombra y reflexiones que provocan ecos. En transmisión analógica esos problemas se manifiestan como nieve, ruido en la imagen, dobles imágenes, colores deficientes y sonido de baja calidad.

En transmisión digital, al haberse codificado la señal de manera lógica y no proporcional, el receptor puede corregir, hasta cierto punto, las distorsiones

provocadas por interferencias. No obstante, cuando el receptor no es capaz de subsanar ciertos errores, ello puede ocurrir cuando la interferencia ha modificado sustancialmente y en la señal puede producirse la congelación de partes de la imagen o la interrupción del sonido. Cuando el nivel de error supera cierto límite, el receptor es incapaz de recomponer la señal. Es entonces cuando la pantalla ofrece una imagen en negro sin sonido.

El hecho de que exista este límite de error determinado, y no una pérdida progresiva de la calidad (como era habitual en la transmisión analógica) se denomina abismo digital (*digital cliff* en inglés). Mayor flexibilidad de las emisiones y servicios adicionales.

En cada canal de radio se emite un único flujo MPEG-2, que puede contener un número arbitrario de flujos de vídeo, audio y datos. Aunque varios operadores compartan el uso de un canal multiplexado (*multiplex*), cada uno puede gestionar el ancho de banda que le corresponde para ofrecer los contenidos que desee. Puede emitir un flujo de vídeo, dos de audio (en dos idiomas a la vez), varios de datos (subtítulos en tres idiomas, subtítulos para sordos, por ejemplo en un partido de fútbol se presenta la información con las estadísticas de los jugadores, o en una carrera automovilística información de tiempos y posiciones, etc.).

El aprovechamiento de toda esta información por parte del usuario es posible gracias a las diversas aplicaciones de que dispone el receptor **TDT**, en general conformes al estándar de la industria llamado MHP (*Multimedia Home Platform*). Cada operador podrá desarrollar las aplicaciones que proporcionen los servicios deseados a sus clientes, y éstas se instalarán en el receptor **TDT** para dar acceso a dichos servicios.

Una de estas aplicaciones es la **EPG** (*Electronic Program Guide*), o guía electrónica de programas, que permitirá al usuario ver la información sobre programas de las emisoras (y horarios), eventualmente le dará la posibilidad (según el receptor) de programar la grabación de programas, ver la descripción de los programas, actores, etc.

1.5. Ancho de Banda

Por lo general, la televisión digital de alta resolución utiliza 1280x720 píxeles en modo de barrido progresivo (abreviado, 720p) o 1920x1080 píxeles en modo entrelazado (1080i). La televisión digital estándar tiene menos resolución: 640x480 o 720x480 píxeles con NTSC, 768x576 o 1024x576 con PAL en 4:3 y 16:9 de relación de aspecto respectivamente.

Pero la capacidad de un canal de televisión digital puede subdividirse en múltiples sub-canales; los televisores pueden usar estos subcanales para transmitir diversa información de vídeo, audio u otros datos, así como pueden distribuir sus llamados *bit-budget* si es necesario, como sería poner un sub-canal en resolución menor para poner otro en resolución de gran pantalla.

También puede reducir el uso de múltiples canales para que la recepción sea mejor en situaciones complicadas (usuarios lejanos, móviles, etc.). Múltiplex se conoce al ancho de banda de la televisión digital que puede contener múltiples subcanales.

1.6. Estándares de TDT

En TDT (Televisión Digital Terrestre) existen, básicamente, en los siguientes estándares:

- *ATSC Advanced Television Systems Committee (Comité de Sistemas de Televisión Avanzada)*,
- *DVB* (Digital Video Broadcasting),
- *DMB-T/H* estándar de Tv para terminales fijos,
- *ISDB-T* en Japón.

En la figura 2 se muestra la distribución global de los estándares de TDT y en forma más detallada se describe en el cuadro 1.

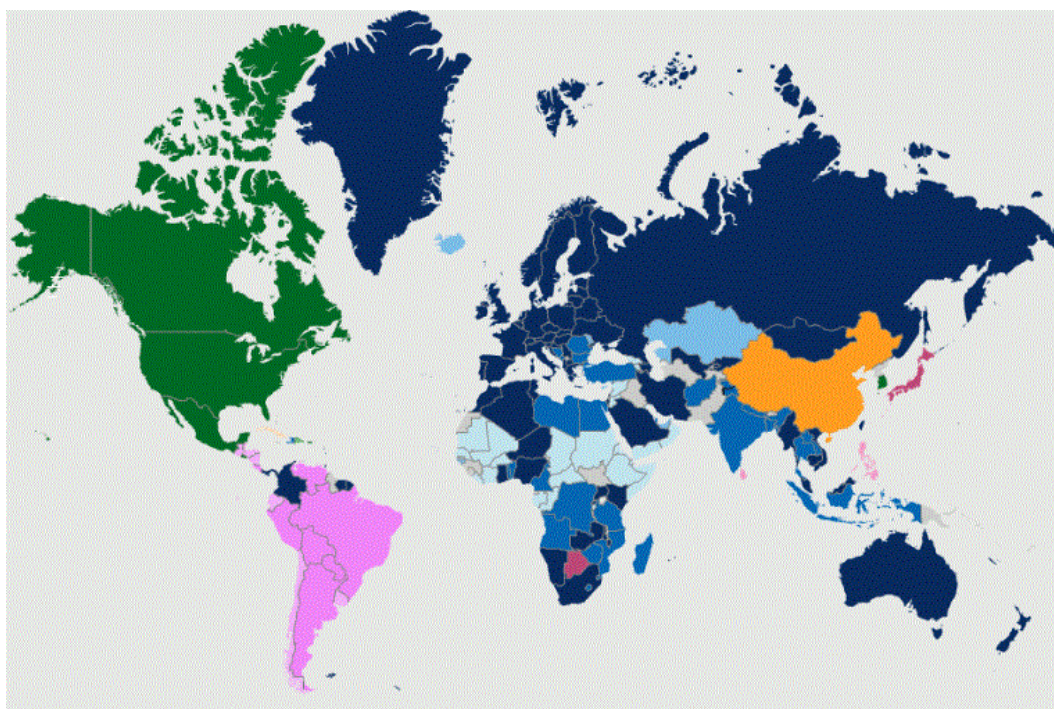


Figura 2. Zonas de uso de los diferentes estándares

Fuente: (*Status, 2015*)

**Cuadro 1
Estándares de TDT**

Sistema	Explicación
DVB-T/DVB-T2	La transmisión mediante DVB-T/DVB-T2 ya se ha puesto en práctica.
DVB-T/DVB-T2 adoptado	Países que se han decidido por el sistema DVB-T/DVB-T2.
DVB-T/DVB-T2 en prueba	En estos países, el estándar DVB-T/DVB-T2 está en período de prueba.
RRC06	Estos países participan en la Conferencia Regional de Radio comunicaciones 2006 de la ITU (International Telecommunication Union). Se presupone que todos los países participantes se decidirán por el sistema DVB-T/DVB-T2 cuando pasen de la transmisión analógica de televisión a la digital.

Continúa

ATSC	La transmisión mediante el sistema ATSC ya se ha puesto en práctica.
ATSC adoptado	Países que se han decidido por el sistema ATSC.
ATSC en prueba	En estos países, el estándar ATSC está en período de prueba.
ISDB-T	La transmisión mediante ISDB-T ya se ha puesto en práctica.
ISDB-T adoptado	Países que se han decidido por el sistema ISDB-T.
ISDB-T en prueba	En estos países, el estándar ISDB-T está en período de prueba.
SBTV-D-T	La transmisión mediante SBTV-D-T ya se ha puesto en práctica.
SBTV-D-T adoptado	Países que se han decidido por el sistema SBTV-D-T.
DTMB	La transmisión mediante DTMB ya se ha puesto en práctica.
DTMB adoptado	Países que se han decidido por el sistema DTMB.
DTMB en prueba	En estos países, el estándar DTMB está en período de prueba.
Servicio comercial del DVB-T	Ninguna adopción formal de un estándar de TDT. Países que aún no se han decidido.

Fuente: (Status, 2015)

1.7. ATSC

En el año de 1982 en Estados Unidos se crea un comité para coordinar el desarrollo y definir el estándar de televisión digital que a futuro adoptaría Estados Unidos (ATSC-Advanced Television Systems Committee).

Esta norma para la transmisión de video, audio y datos a una velocidad de 19.4 Mbps calidad estándar por medio de una canal convencional de (3 y 6 MHz), (18 y 20 Mbps) en calidad de alta definición 19.39 Mbps, empleando 12 de los 13 segmentos de la banda de 6 MHz (AB asignado para TV). (Sandoval, 2011), la transmisión como ya se mencionó puede ser de una única señal de televisión HDTV o varias señales SDTV, puede contener incluir datos adicionales en la transmisión, como por ejemplo, canales adicionales de audio, canales de comentarios, servicios especiales para personas que tengan discapacidades auditivas o visuales, interactividad, entre otras.

En este modelo, el sistema de televisión digital de bloques básico, se puede ver que constan de tres subsistemas (Sandoval F. , 2015):

1. Codificación de fuente y de compresión
2. Servicio de multiplexación y transporte
3. RF / transmisión

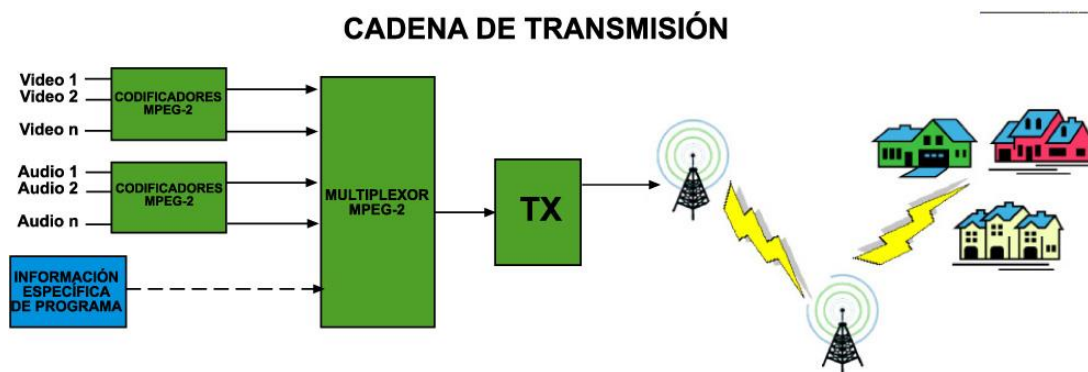


Figura 3 Esquema de Televisión digital

Fuente: (Sandoval F. , 2015)

El subsistema de Codificación y compresión de fuentes, comprime los flujos de audio, video y flujos de datos auxiliares con la finalidad de minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la información correspondiente.

Para la compresión y codificación de los flujos de video el sistema ATSC utiliza la sintaxis MPEG-2, mientras que para la compresión de audio digital se utiliza la norma de compresión digital de audio Dolby Digital AC-3.

El subsistema Servicio de multiplexación y transporte divide el flujo continuo de información en paquetes de datos, inserta marcas de identificación únicas a cada paquete, y multiplexa los flujos de paquetes de video, audio y datos anexos para componer un único flujo de transporte. Los datos anexos incluyen datos para el control de la transmisión, control de acceso e información sobre la configuración de los servicios de audio y video, tales como subtulado.

El subsistema de transporte de ATSC está definido por el estándar MPEG-2, divide los flujos elementales de video, audio y datos en unidades más pequeñas y las multiplexa en estos paquetes de transporte de 188 bytes, cuyo primer byte es insertado para sincronismo, para el empaquetado y multiplexación de video, audio y datos, el cual es compatible con el formato de otros medios digitales, tales como la radiodifusión terrestre de audio digital, la televisión digital por cable y satelital, medios

de almacenamiento como discos de video digital y DVD, e interfaces computacionales. En el subsistema de Transmisión de radio frecuencia agrega codificación de canal y realiza la modulación del flujo de transporte para su posterior transmisión inalámbrica. El propósito de la codificación de canal es agregar información redundante al flujo de datos. Dicha información es luego utilizada en el receptor para detectar y corregir errores causados por el canal inalámbrico e interferencias.

El subsistema de modulación brinda dos modos, un modo de transmisión terrestre, usa la modalidad 8 VSB (método de modulación), y un modo de alta capacidad de datos 16 VSB, orientado a televisión por cable. La norma ATSC tiene múltiples formatos de imágenes y velocidades de trama en HDTV y en SDTV, lo que se describe en la Tabla 1.

Tabla 1
Formatos HDTV y SDTV

DTV Formato						
Líneas de escaneo	Velocidad de Escaneo	Pixeles	Cuadros por segundo	Relación de aspecto	Formatos	
SDTV	525 total 480 active	15.75 kHz (60i)	480 x 640	24p, 30p, 60p or 60i fps	4:3	4
	525 total 480 active	31.5 kHz (60p)	480 x 704	24p, 30p, 60p or 60i fps	4:3 or 16:9	8 (4x2)
HDTV	750 total 720 active	45 kHz (60p)	720 x 1080	24p, 30p, 60p	16:9	3
	1125 total 1080 active	33.75 kHz (60i)	1080 x 1920	24p, 30p, 60i	16:9	3

Fuente: (Plasma TV, 2012)

La compresión y codificación de audio en ATSC se basa en el estándar de compresión digital de audio Dolby AC-3, este permite comprimir hasta seis canales de audio digitales de alta calidad para su utilización en sistemas de tipo Home Theater, denominadas señales “5.1”.

Los seis canales de audio son: un estéreo Izquierdo (L), un canal Central (C), un estéreo Derecho (R), Sonido envolvente (Surround) Izquierdo (LS), Sonido envolvente (Surround) Derecho (RS) un canal de Baja Frecuencia (LFE) de 20 a 120 Hz.

1.8. Digital Video Broadcasting (Dvb) en Europa

1.8.1. DVB-T

El estándar DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial), para la difusión terrestre de la televisión, ha sido desarrollado por el DVB Project e incluye las especificaciones de estructura, codificación de canal y modulación para la TDT. Su primera versión data del año 1997.

DVB una televisión de calidad similar al PAL capaz de difundir datos (radio o Internet), y adecuada para una recepción móvil, se utiliza el estándar DVB-T para las transmisiones a equipos fijos y DVB-H (Digital Video Broadcasting on Handhelds) para las transmisiones a equipos móviles (como teléfonos móviles o agendas electrónicas).

Ambos estándares tienen similares especificaciones para la capa física y utilizan flujos MPEG-2, por lo que podrían compartir un mismo canal múltiple de frecuencia. Ofrece dos tasas la primera 19.6 Mbps, equivale a 26,13 Mbps en el canal 8Mhz con modulación de 64-QAM, codificación 7/8 e intervalo de guarda 1/4, la segunda 19.76 Mbps con modulación 64-QAM, codificación 3/4 e intervalo de guarda 1/16.

En la actualidad se trabaja en una segunda versión DVB-T2. Se refieren a las mejoras en las normas de (Sandoval, 2011) codificación (compresión) de la información, consistentes en poder insertar más señales en la misma cantidad de espectro radio y de la transmisión física.

Estos dos avances consisten en:

- Una nueva norma de codificación y compresión que se conoce como MPEG-4. Se espera que en un tiempo consiga operar con el doble de eficacia de la norma que se utiliza en la actualidad MPEG-2. Por tanto, un

múltiplex TDT podría transportar el doble de servicios con MPEG-4, con una calidad de imagen similar.

- Con esta norma de transmisión DVB-T2, se espera que pueda conseguirse un aumento de al menos el 30% de la capacidad con respecto a los multiplex actuales, manteniendo la misma cobertura.

Es importante tener en cuenta que MPEG-4 y DVB-T2 tienen una característica muy diferente. MPEG-4 se puede transportar por uno de los multiplex actuales, de modo que quizás se ofrezcan servicios mixtos unos codificados en MPEG-2 y otros en MPEG-4. Pero la introducción de DVB-T2 implica un múltiplex nuevo y diferente del DVB-T. Por tanto, es previsible que este paso se dé con más cautela.

La combinación de ambos avances podría aumentar la capacidad de los múltiplex en un 160% que es un aumento muy significativo.

1.8.2. DVB-H

La televisión digital en movilidad bajo el estándar DVB-H regula los servicios de transmisiones de audio y vídeo para dispositivos móviles (teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles). Figura 4 esquema DVB-H

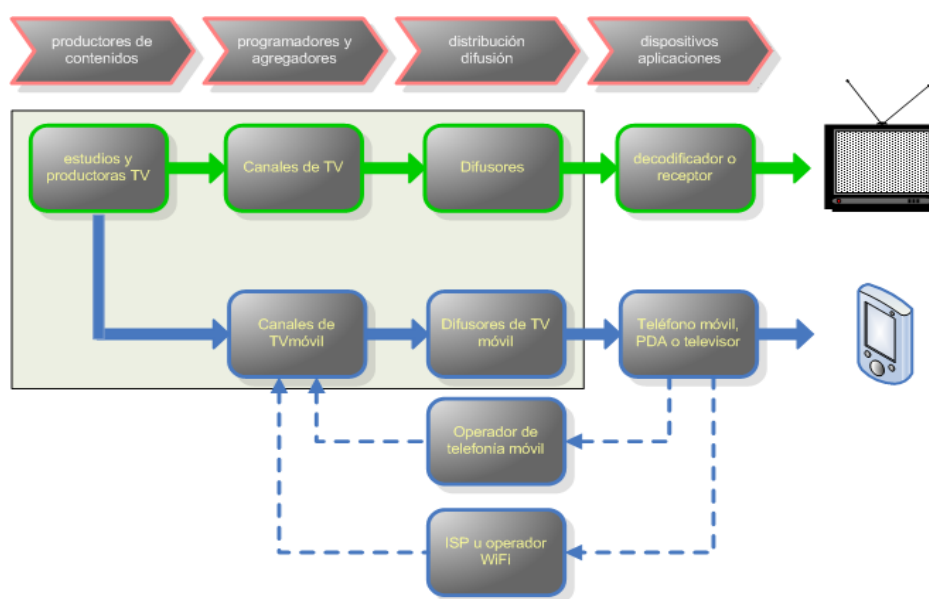


Figura 4 Esquema DVB

DVB-H transmite con mayor potencia que DVB-T para lograr mayor robustez frente a interferencias y además utiliza técnicas de corrección de errores para limitar las consecuencias de las posibles interferencias. La recepción de televisión en terminales móviles presenta el problema de la duración de la batería del terminal.

Para optimizar la energía consumida, se transmite en “ranuras de tiempo”, esto es, la señal de información no llega de forma continuada al terminal, sino por ráfagas que llegan a intervalos fijados, lo que permite que el sistema de recepción permanezca inactivo la mayor parte del tiempo y ahorre hasta un 95% energía. Por supuesto, la información sí se muestra de forma continua al usuario, ya que esta se almacena en una memoria. Además de DVB-H, existen otras tecnologías que permiten la recepción de televisión en directo en terminales transportables, como son DMB; ISDB-T o MediaFLO.

1.8.3. DVB-S

Digital Satellite Transmission Systems es el estándar que regula la transmisión digital por satélite. Es el estándar más antiguo y el más admitido en todo el mundo. Proporciona un rango de soluciones que son adaptables a los anchos de banda de los transpondedores entre 26MHz y 72 MHz, estos transpondedores se utilizan en comunicaciones espaciales para adaptar la señal satélite entrante/saliente a la frecuencia de los equipos en banda base. La base de la transmisión es una portadora simple que tiene múltiples canales de audio y video digital.

Podemos ver su estructura por capas. Imaginemos que tenemos una pelota dividida en capas, pues bien, en el centro tendremos la "carga útil" (tasa de bit útil). Alrededor se encuentran una serie de capas que hacen que la señal sea menos sensible a errores y coloca la "carga útil"(payload) para su difusión. El video, audio y otros datos se colocan dentro de paquetes MPEG-2 Transport Stream de longitud fija. A esto siguen las etapas de procesamiento:

- El primer paso es colocar los datos como una estructura regular, invirtiendo los bytes en cada octavo encabezamiento de paquete.
- El segundo paso consiste en aleatorizar los contenidos.

- Se añade Reed-Solomon Forward Error-Correction (FEC) a la cabecera del paquete de datos. Se trata de un código de corrección de errores hacia adelante Reed-Solomon.
- El siguiente paso es un entrelazado convolucional (código de detección de errores) de los contenidos de datos.
- Ahora, se añade otro sistema de corrección de errores, se trata de un código convolucional perforado. Es el segundo sistema de corrección de errores (InnerCode), puede ser ajustado para satisfacer las necesidades de un determinado servicio proveedor. Podemos variar la tasa de bits R entre $1/2$ y $7/8$. La siguiente tabla muestra los valores específicos de R y los típicos de E_b/N_0 (SSS On line Inc., 2014)Tabla 2.

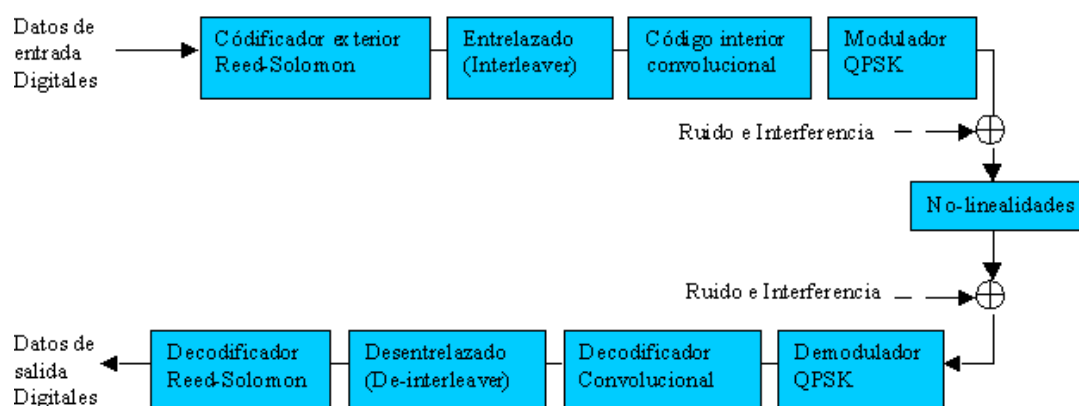
Tabla 2**Variación de la Tasa de bits**

R	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
E_b/N_0(dB)	3.3	3.8	4.3	4.8	5.2

Fuente: (SSS On line Inc., 2014)

El último paso es una modulación usando QPSK (Quadrature Phase-ShiftKeying).

En la figuras 5, 6 y 7 se muestran los esquemas de DVB:

**Figura 5. Esquema DVB-S**

El sistema se ajusta a las características del canal básicamente entre la multiplexación y la transmisión física. El sistema se adapta a las características de error del canal. Así frente a las posibles ráfagas de errores hace una aleatorización, con esto conseguimos que los errores estén separados, así es mucho más fácil recuperar la señal, una vez aleatorizados se añaden dos capas para la corrección de errores. Por último el InnerCode puede ser adaptado en función de las circunstancias (potencia, tasa de bit disponible,...).

Las siguientes figuras 6 y 7 se muestran los diagramas de bloques básicos para la transmisión y recepción del sistema DVB.

- Transmisión:

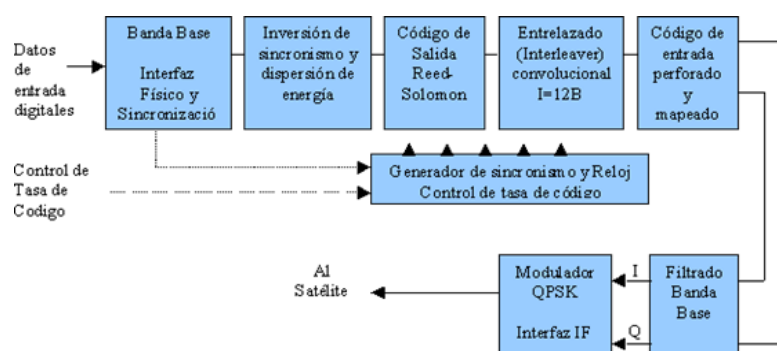


Figura 6. Transmisión Sistema DVB

- Receptor

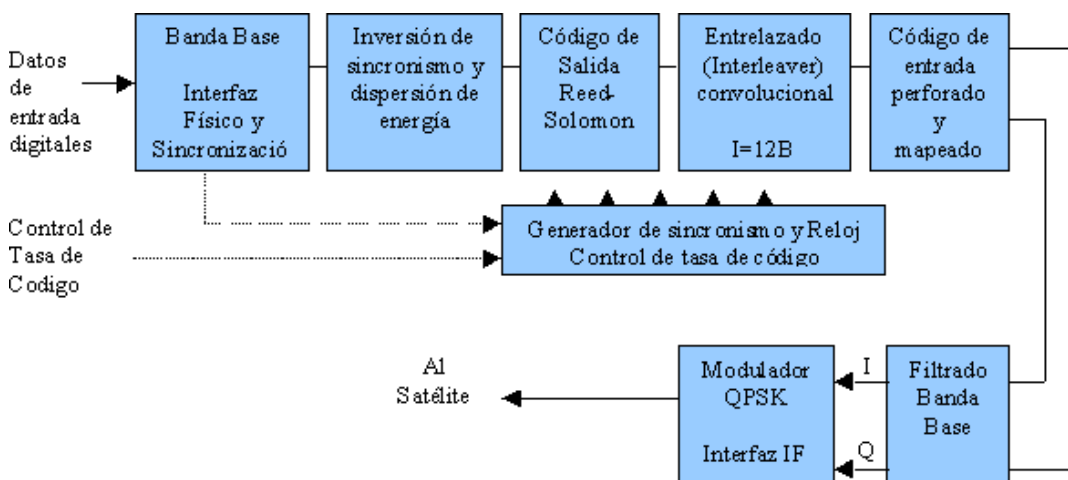


Figura 7. Receptor Sistema DVB

1.8.4. DVB-S2

Es la Segunda Generación de la especificación DVB-S (Digital Video Broad Casting Specification) por sus siglas en inglés, a la cual reemplazará. Coincidentemente, el desarrollo de este nuevo estándar inicio con la introducción de la televisión de alta definición (HDTV) y de la codificación H.264 (MPEG-4).

DVB-S2 ha sido diseñado para varios tipos de aplicaciones:

1. Servicios de difusión: Distribución de SDTV (Televisión de definición estándar) y HDTV (Televisión de alta definición).
2. Servicios interactivos: Los servicios de datos interactivos incluyen por supuesto el acceso a Internet. DVB-S2 ha sido diseñado para proveer servicios interactivos al IRD (Instituto de Investigación para el Desarrollo) y al computador personal de los usuarios. Estos pueden ser: Digital TV Contribution (Contribución de TV Digital) y Digital Satellite News Gathering (DSNG Seguimiento de noticias Digitales por Satélite):
3. Las aplicaciones DTVC (video conferencia de escritorio) por satélite son transmisiones punto-a-punto, o punto-a-multipunto, que conectan unidades up link fijas o móviles a estaciones de recepción.
4. Distribución e intercambios de datos para aplicaciones profesionales (PPS): Estos servicios se realizan punto-a-punto, o punto-a-multipunto.

1.8.5. DVB-S y DVB-S2

La principal desventaja del DVB-S2 es que ya hay muchos millones de receptores/decodificadores DVB-S desplegados por todo el mundo.

DVB-S2 dispone de:

- Eficacia un 30% mayor que con DVB-S;
- Una mayor gama de aplicaciones mediante la combinación de la funcionalidad de DVB-S (para uso doméstico), y DVB-DSNG (para aplicaciones profesionales);
- Técnicas como la adaptación de codificación para maximizar el valor de uso de los recursos del satélite;
- Retro compatibilidad hacia la generación anterior, DVB-S.

1.8.6. DMB-T/H de China (DTMB)

DMB-T/H estándar de Tv para terminales fijos y móviles usado en China, Hong Kong, Macao y Cuba. Tasa de transmisión de bits de 4813 a 32486 Mbit/s. Difusión entre 6 y 15 canales en SD y 1 o 2 en HD, con un ancho de banda de 8 Mhz. (Status, 2015). China con Hong Kong y Macao eligió DMB-T/H (Digital Multimedia Broadcasting-Terrestrial/Handheld) como estándar DTV. Originalmente se le llamó Transmisión-Terrestre/Portátil Digital (DMB-T/H por las siglas en inglés de Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Handheld), la confusión con la norma coreana DMB hizo que el estándar haya sido oficialmente bautizado como Transmisión Digital Terrestre Multimedia (DTMB por las siglas en inglés de Digital Terrestrial Multimedia Broadcast). En Corea usan la norma norteamericana ATSC para la transmisión de TDT, pero también tienen su propia norma para dispositivos móviles conocida como DMB (con sus variantes T-DMB y H-DMB). Aunque las siglas de esa norma coreana sean prácticamente las mismas de la norma china, estas dos no tienen nada que ver.

La norma china fue definida en 2006 y recibió la aprobación final de la República Popular China en agosto 2007, comenzando transmisiones en Hong Kong el 31 de diciembre 2007. Su definición estuvo a cargo de la Universidad Jiaotong en Shanghai y la Universidad Tsinghua en Beijing. DTMB es una fusión de varias tecnologías e incluye derivaciones de la norteamericana ATSC y la europea DVB-T.

La transmisión de datos es implementada mediante el estándar TDS-OFDM ("Time Domain Synchronous-Orthogonal Frequency-Division Multiplexing"), el cual, de acuerdo con el co-desarrollador de DMB-T con la Universidad Tsinghua, es capaz de transmitir calidades "aceptables" de señal para receptores HDTV moviéndose (por ejemplo un vehículo) a velocidades de hasta 200 Km/h. Otra de sus ventajas es que tiene un alcance 10 Km mayor a la norma DVB-T.

Permite la transmisión de varios canales por una misma frecuencia. Finalmente, es uno de los pocos estándares que incluye desde sus inicios soporte para dispositivos móviles, como celulares y reproductores multimedia. Una de las desventajas es que no define codecs de compresión (como MPEG-4 y MPEG-2), dejando esa decisión a discreción del transmisor. Eso significa que los receptores tendrán que ser capaces de descifrar múltiples formatos, lo que los haría más caros.

Las Olimpiadas Beijing 2008 se transmitieron en China y Hong Kong en el formato DTMB, en alta definición (720p o 1080i) y con sonido Dolby Digital 5.1.

1.8.7. ISDB-T

Transmisión Digital de Servicios Integrados – Terrestre ISDB-T (“Integrated Service Digital Broadcasting – Terrestrial” –) ha sido desarrollado y está operando en Japón por DiBEG (traduciendo el acrónimo: Grupo de Expertos en Emisión Digital) para la emisión de televisión, sonido y datos, y ha sido adoptado por Brasil la ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) ha estandarizado el sistema ISDB-T en Japón (Espinosa, 2009), utiliza difusión jerárquica (HDTV, SDTV y datos) por el mismo canal. Usa 1 segmento de 6 Mhz, se puede asignar una cantidad de segmentos:

- segmento 0: TV móvil
- segmentos 1 a 4: SDTV
- segmentos 5 a 13: HDT

Este estándar de transmisión para la televisión digital terrestre tiene similitudes con el DVB-T, sin embargo, una de las diferencias claves respecto a éste es el uso de transmisión OFDM segmentada en bandas (BST-OFDM) que permite repartir el ancho de banda en varios servicios como pueden ser datos, radio, televisión de definición estándar (SDTV), televisión de alta definición (HDTV) de manera flexible. Es capaz de enviar sobre los canales existentes de 6, 7 u 8 MHz, con tasas de entre 3.561 y 30.980 Mb/s. Para hacer uso de la característica de segmentación de bandas, la trama de datos se remultiplexa y se ordena en grupos de datos, donde cada uno de ellos representa todo el servicio de programa o parte de él. Tras la codificación de canal estos grupos de datos pasan a ser segmentos OFDM. El ancho de banda de cada canal está subdividido en 14 segmentos. Esta disposición permite servicios tanto de banda ancha como de banda estrecha. Por ejemplo, un servicio de HDTV puede ocupar 12 segmentos, usando el decimotercero para el sonido y datos.

El servicio de Internet, está en el camino de introducción y se espera que sea el principal servicio de comunicación en un futuro cercano, por lo que la armonización con Internet también se estableció como un requerimiento importante. Con el fin de soportar los servicios de interactividad como un

nuevo servicio de transmisión, la transferencia de datos también se fijó como un requerimiento. Además, los servicio de movilidad y portabilidad, se reconocieron como una ventaja importante de la transmisión que usa radiofrecuencias. Por tal motivo, la nueva tecnología de transmisión, debería de desarrollarse para poder permitir los servicios de movilidad y portabilidad. Todos estos requerimientos se han visto realizados en el sistema ISDB-T que ahora ya está en servicio.

1.8.8. Características técnicas del ISDB-T

Los requerimientos para el sistema DTTB, se fijaron de acuerdo a lo mostrado en el cuadro 2.

Cuadro 2
Requerimientos en Japón para la Transmisión Terrestre Digital de TV

No.	Ítem	Requerimiento	Observación
1	Alta calidad	HDTV en 6MHz de ancho	
2	Robustez Flexibilidad del Servicio de la recepción	Robustez contra multi-pad, ruidos urbanos, desvanecimiento y cualquier otra interferencia. Cualquier servicio es posible en 6 Mhz de AB. Cualquier sistema de recepción es posible, fijo/móvil/portátil, en el mismo AB.	Permite HD/SD
3	Utilización efectiva del recurso de frecuencias	Posibilidad de SFN (Single Frequency Network – Isofrecuencia) para reducir frecuencias	
4	Interactividad	Armonización con la red	
	Transferencia de Datos		
6	Compatibilidad	Se requiere la máxima compatibilidad para reducir los costos de recepción. Especial en la radio digital, es deseable un estándar común.	

Fuente: (Características del sistema ISDB-T, 2015)

En Japón se ha desarrollado el ISDB-T, cumpliendo con los requerimientos mostrados en la Tabla anterior, para ser la próxima generación de transmisión, teniendo ahora el ISDB-T las muchas ventajas indicadas a continuación.

1.8.9. Alta calidad / flexibilidad del servicio

En el ISDB-T, se han adoptado las siguientes tecnologías:

- a) Tecnología multiplex flexible (sistema MPEG-2),
- b) Sistema de codificación de video/audio flexible y de alta eficiencia (MPEG-2 y MPEG AAC)

Como resultado, son posibles en un estándar muchas clases de servicio de transmisión, tales como:

- a) HDTV,
- b) HDTV + SDTV,
- c) Multicanales SDTV Los receptores de ISDB-T reciben cualquier tipo de los servicios indicados anteriormente.

1.8.10. Robustez / flexibilidad de recepción

Para el diseño del STDT, se debe considerar:

- 1) La degradación de la banda VHF/UHF,
- 2) El ruido térmico, interferencia multi-path (estática y dinámica),
- 3) Ruido urbano,
- 4) Desvanecimiento en la recepción móvil, portátil y otros.

Para ser más robusto contra estos factores de degradación, ISDB-T adoptó el sistema de transmisión OFDM con la tecnología de "Time Interleave". Como resultado, ISDB-T proporciona las siguientes características comparadas con otros sistemas de DTTB:

- a) Menor potencia de transmisión,
- b) Posibilidad de usar antenas de recepción internas,
- c) Servicios de recepción móvil/portátil, etc.

1.8.11. Utilización efectiva del recurso de frecuencias

Con el sistema de transmisión OFDM, es posible la construcción de una red de Isofrecuencia (SFN). Como resultado, es posible reducir frecuencias para transmisores de relevo (repetidores). Además, usando la misma frecuencia para muchos transmisores de la misma red, no es necesario cambiar el canal de recepción de los receptores móviles/portátiles.

1.8.12. Movilidad/Portabilidad

Para permitir los servicios de recepción fija/móvil/portátil en el mismo canal, ISDB-T desarrolló una nueva tecnología, llamada "Sistema de Transmisión Segmentada OFDM". El servicio "One-seg", es un servicio portátil único del ISDB-T, usando 1 segmento de los 6 MHz. El receptor de "One-seg" de fácil instalación en los teléfonos celulares, PDA, sintonizadores USB, etc., y esto nos permite el servicio de transmisión a "Cualquier tiempo en cualquier lugar"

1.8.13. Servicio One-seg

El servicio One-seg, usa un segmento del ancho de banda de 6 MHz, no necesita otro canal y por ende no necesita otro transmisor, permite ahorrar frecuencias y costos de infraestructura. Además, el receptor One-seg, opera con una recepción de ancho de banda muy estrecho, lo cual ahorra el consumo de energía y esto alarga el tiempo de recepción con el uso de baterías.

1.8.14. Compatibilidad

Los receptores digitales utilizan un chip de recepción común esto permite reducir el costo de los receptores digitales para satélite/terrestres/cable. En Japón, los sintonizadores para satélite y terrestre cuenta con receptores integrados los cuales son populares.

ISDB-Tsb la transmisión de audio digital japonesa, adopta el mismo estándar ISDB-T para el sistema de codificación/transmisión. Permite tener en el mercado receptores comunes para el servicio One segment audio y one-seg TV.

Uno de los puntos importantes en la transmisión digital es la prevención de desastres y para esto es necesario garantizar la portabilidad y tener un sistema de alerta

temprana EWS (Early Warning System).

Por medio del envío de una señal de alerta EWS enciende los receptores automáticamente de esta manera busca prevenir desastres.

1.8.15. Características de la norma ISDB-T

- La transmisión de un canal HDTV y un canal para teléfonos móviles, reservando también para señales de TV análoga.
- Servicios interactivos de transmisión de datos, juegos, compras, internet.
- Suministrará EPG (Guía electrónica de programación)
- Single Frequency Network, Red de una sola frecuencia para aprovechar al máximo el uso del espectro de frecuencias.
- Puede recibirse con una simple antena interior.
- Libre de interferencias debido a la robustez de la nueva señal, potencial digital.
- Incorpora servicio de transmisión móvil terrestre de audio/video digital. Esto fue diseñado para tener una recepción estable en los trenes de alta velocidad de Japón.

1.9. ISDB-Tb (SBTVDT)

Es el sistema brasileño de televisión digital, está basado en el sistema japonés ISDB-T. Por varios investigadores brasileños realizaron estudios para determinar el patrón más adecuado de televisión digital y por el año 2006 deciden establecer una mezcla de la tecnología japonesa ISBD-T (Integrated Services for Digital Broadcasting), y la tecnología brasileña que le proporciona ciertas mejoras este sistema híbrido entre el sistema internacional y brasileño de Tv Digital terrestre (SBTVDT).

1.9.1. Características de la norma SBTVDT

- Disponibilidad de hasta 4 canales Multiprogramación.
- Interactividad que puede ser usada en distintos niveles.
- Interoperabilidad entre los diferentes patrones de TVD.
- Robustez que permite recibir las distintas programaciones en todo el país.
- Movilidad.

- Portabilidad.
- Accesibilidad, para las personas con necesidades especiales.
- Está disponible tanto en HD como en SDTV.
- Utiliza MPEG-4, que tiene más recursos tecnológicos.
- Las principales diferencias del sistema japonés son las tecnologías de compresión y video (MPEG-2/MPEG L2), y el sistema brasileño (H.264/HE-AAC) estas tecnologías de compresión son más avanzadas y la utilización de un middleware innovador, la protección de contenido, la semejanza entre estos dos sistemas es la modulación y el transporte que se lo hace el estándar MPEG-2

1.9.2. Recepción e interactividad

El teletexto digital es un servicio de teletexto mejorado basado en XHTML y CSS. Algunos países, como Finlandia, usan una plataforma multimedia doméstica DVB-MHP para el teletexto digital. Una alternativa es la plataforma digital terrestre MHEG-5 que utilizan en Reino Unido. Se supone que el teletexto digital ofrece servicios interactivos, pero para esto se necesita un canal de retorno, a través una conexión a Internet, ya sea vía módem o a través de una conexión de banda ancha (como por ejemplo, ADSL). Existe también el servicio de subtítulo para sordos.

La interactividad permite una interacción, a modo de diálogo, entre el ordenador y el usuario. La interactividad otorga la capacidad al espectador de intervenir en los programas o servicios que recibe en su receptor. Es una herramienta que sin duda revolucionará la forma en que la mayor parte de la población recibe contenidos audiovisuales. Su principal ventaja radica en la posibilidad de acceder a un amplio conjunto de servicios públicos o privados a través de televisor, otra ventaja radica en que es el propio usuario el que decide si quiere o no ver los mensajes de texto que los usuarios envían a los programas.

1.10. Redes De Acceso y Transporte de Televisión Digital

1.10.1. Las 8 Plataformas de TV Digital

1. **TV Digital Terrestre:** Radio difusores en VHF y UHF. Sistemas pagos y sistemas gratuitos o Abiertos. Propuesta de Proyecto de Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual (SCA) su número aumentará en el futuro.
2. **TV Móvil:** Celulares. Ahora sólo 4 empresas grandes (Movistar, Personal, Claro y Nextel) podrían explotar el nuevo servicio. También podrían existir transmisiones gratuitas de libre recepción de los radios difusores de TV Terrestre (Ejemplos: Japón, Brasil).
3. **TV Satelital Directa:** radiodifusores de TV Satelital. (Ejemplo: Direct TV). Podrían otorgarse nuevas licencias. Podría pensarse en alternativas gratuitas para completar la cobertura en zonas aisladas donde la TV Terrestre Abierta no pueda llegar.
4. **MMDS/WiMAX:** radiodifusores en MMDS convergiendo con Telcos que despliegan WiMAX
5. **Cables:** radio difusores de redes de cable asociados
6. **IPTV** sobre sus redes de banda ancha con acceso de cobre o de fibra o incluso inalámbrico
7. **Eléctricas con BPL.-** Es banda ancha sobre redes eléctricas.
8. **TV por Internet ó Web TV:** radiodifusores sobre Internet, que no poseen red propia (Ejemplo: Mixplay, Joost)

CAPÍTULO II

2. COMPRESIÓN DE VIDEO Y SONIDO

2.1. H.264

También conocido como MPEG-4 parte 10, es una norma que define un códec de vídeo de alta compresión, desarrollada conjuntamente por el ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) y el ISO/IEC Moving Picture ExpertsGroup (MPEG). Este nuevo estándar de video, no sólo es eficiente para el almacenamiento de video, sino que también proporciona un alto rendimiento en compresión y es más robusto a errores de transmisión que sus antecesores MPEG-2, H.263 y MPEG-4 parte 2 y también reduce la complejidad del diseño (Ochoa Domínguez, J. Mireles García, J. Cota Ruíz, J., 2006).

La ITU-T y la ISO/IEC realizaron investigaciones para obtener diferentes técnicas de decodificación de video en diferentes aplicaciones. Los expertos de la ITU-T y expertos de la ISO/IEC, se unieron para conformar el equipo conjunto de video JVT (Joint Video Team) para desarrollar un nuevo estándar el H.264 o MPEG-4 parte 10 (ITU-T H.264, 2003) y cuenta además con especificaciones simples de su sintaxis, lo cual proporciona una mejor integración con todos los protocolos actuales y arquitecturas múltiples. Esto permite incluir otras aplicaciones, tales como la transmisión de video y video conferencia en redes fijas e inalámbricas y en diferentes protocolos de transporte. Para empezar a programar el código del nuevo estándar adoptaron las siguientes premisas:

- No hubo la necesidad de realizar cambios fundamentales en las versiones anteriores en la estructura DTC + Compensación de Movimiento.
- Debido a que la tecnología VLSI había sufrido un adelanto considerable y una reducción de costes de implementación, se debía volver a examinar su inclusión ya que las formas de codificación de video habían sido exclusivas en el paso debido a la complejidad y costos.
- Para permitir una libertad máxima en la codificación y evitar restricciones que comprometan la eficiencia, no se contempla mantener la compatibilidad con normas anteriores.

2.2. Características de la primera versión del H.264

Existen tres perfiles:

1. Línea base o baseline,
2. Principal o main, y
3. Extendido o extended.

El perfil línea base se aplica a los servicios de conversación en tiempo real, como video conferencia y video teléfono.

El perfil principal es para aplicaciones de almacenamiento digital de video y datos, así como de transmisión de televisión.

El perfil extendido es aplicable también a servicios de multimedia en Internet.

El uso inicial del MPEG-4 AVC enfocado al vídeo de baja calidad para videoconferencia y aplicaciones por Internet, basado en 8 bits/muestra y con un muestreo ortogonal de 4:2:0. Esto no daba salida al uso de este códec en ambientes profesionales que exigen resoluciones más elevadas, necesitan más de 8 bits/muestra y un muestreo de 4:4:4 o 4:2:2, funciones para la mezcla de escenas, tasas binarias más elevadas, poder representar algunas partes de video sin pérdidas y utilizar el sistema de color por componentes RGB.

La última versión del H.264, define cuatro perfiles altos o superiores detallados como:

1. Extensiones del rango de fidelidad (fidelity range extensions)
2. El perfil alto,
3. El perfil high 10 y
4. El perfil high 4:2:2

Que tienen las siguientes características:

1. Extensiones del rango de fidelidad

- Para aplicaciones de distribución de contenido (Sullivan, 2004), así como para edición y post procesamiento (High, High 10, High 4:2:2 y High 4:4:4).
- Soporte para un tamaño de transformada adaptativo.
- Soporte para una cuantificación con matrices escaladas.

- Soporte para una representación eficiente sin pérdidas de regiones específicas.

2. Perfil alto

- Se desarrolló para procesar video de 8 bits con formato de muestreo de la crominancia de 4:2:0 y para aplicaciones que utilizan alta resolución.

3. El perfil high 10

- Se desarrolló para procesar video de hasta 10 bits con formato de muestreo 4:2:0 de los cuadros de entrada, para aplicaciones que utilizan alta resolución y mayor exactitud.

4. El perfil high 4:2:2

- Formato de muestreo de los cuadros de crominancia de 4:2:2 y hasta 10 bits por muestra de exactitud.
- El perfil 4:4:4 soporta el formato de muestreo de los cuadros de crominancia 4:4:4 y hasta 12 bits por muestra de exactitud, así como transformación residual entera de los cuadros de color para codificar señales RGB.

2.3. Códec de audio: MPEG-4

El estándar MPEG-4 para audio está definido para ser completamente compatible con MPEG-2 AAC, soporta todas las herramientas definidas en MPEG-2 AAC, y entrega nuevas herramientas como PNS (*Perceptual Noise Substitution*) para reducir los efectos de ruido y LTP (*Long Term Prediction*) herramienta de predicción.

Por el uso de estas herramientas se obtienen mejores resultados de MPEG-2 ya que necesita menos recursos de procesamiento computacional.

Las herramientas definidas por audio MPEG-4 pueden ser combinadas con diferentes algoritmos de codificación de audio, desde aplicaciones con baja tasa de codificación de señales de voz hasta codificación de audio multicanal de alta calidad. MPEG-4 fue definido para realizar una óptima codificación, eficiente, y que pueda tener una amplia gama de aplicaciones.

Las ventajas que presenta MPEG-4 están:

- En el uso de *streaming* con retardos muy bajos, cualquier fabricante puede

introducir mejoras en la codificación,

- Logra un audio de calidad razonable a tasas de bits muy bajas como 32 Kbits/s, tiene herramientas distintas para los diferentes objetos y una codificación de voz de muy alta calidad.

La desventaja principal es su complejidad, lo cual hace que sea lento. Una de las grandes novedades que tiene MPEG-4 se observa en el audio sintético 21 y la codificación paramétrica. Los estándares modernos para la codificación de audio natural usan modelos perceptivos para comprimir el sonido. En la codificación del sonido sintético, los modelos perceptivos no son utilizados. Se usan modelos paramétricos muy específicos que sirven para transmitir las descripciones del sonido. Las descripciones son recibidas en el decodificador y convertidas en sonido en tiempo real.

En respuesta a un llamado realizado por MPEG a crear nuevas herramientas para la codificación de audio que proporcionen un incremento en la eficiencia de codificación a bajas tasas de bits (24 kb/s por canal de audio), se propusieron dos proyectos en forma paralela. El primero consistía en una herramienta para extender el ancho de banda del audio y el segundo era un codificador de audio paramétrico para obtener audio de alta calidad.

El trabajo acerca de la extensión del ancho de banda fue exitosamente concluido en el 2003 y fue denominado HE-AAC v1 (*MPEG-4 High-Efficiency Advanced Audio Coding*), el cual consiste en una combinación de AAC con la nueva herramienta de extensión de ancho de banda desarrollada. El trabajo paralelo referente a la codificación paramétrica de audio en alta calidad finalizó en el 2004 e incluye, entre otros componentes, un módulo de codificación paramétrica estéreo que puede ser combinada con el esquema HE-AAC.

Esto dio como resultado al estándar HE-AAC v2, ofreciendo un incremento adicional en la eficiencia de codificación a tasas de transmisión muy bajas.

2.4. Estructura Estándar AAC

Como la mayoría de los estándares MPEG para la codificación de audio, el estándar MPEG-4 HE-AAC especifica el formato para el flujo de bits y el proceso de

decodificación, incluyendo métodos para pruebas de conformidad e implementaciones de referencia. En el proceso de decodificación se define la manera como los elementos presentes en el flujo de bits codificados son convertidos en una señal digital de audio modulada a través de PCM (*Pulse Code Modulation*).

Cada decodificador conforme al estándar producirá una señal de salida bien definida para cualquier flujo de bits. Por otro lado, el algoritmo de codificación no está especificado, así, por ejemplo, se debe permitir el equilibrio entre la velocidad en tiempo real y la calidad de audio dependiendo de los requerimientos de la aplicación. AAC (Advanced Audio Coding) AAC es un codificador para audio digital comprimido con pérdidas. Fue diseñado para sustituir a MP3.

AAC tiene dos estrategias principales para reducir drásticamente la cantidad de datos necesarios para representar el audio digital de alta calidad:

1. La primera es que los componentes irrelevantes de la señal son descartados y
2. La segunda es que las redundancias en la codificación de audio son eliminadas.

Desarrollado con el objetivo de obtener una mayor calidad que MP3. El AAC sigue esencialmente los mismos patrones base de codificación que MPEG-1 Layer III, pero utiliza nuevas herramientas de codificación para conseguir tasas de transmisión más bajas manteniendo la calidad.

El AAC posee un enfoque modular para la codificación, ofreciendo cuatro perfiles estandarizados con herramientas específicas dependiendo de la aplicación y el desempeño deseado:

- *Low Complexity* (LC),
- *MAIN*,
- *Scalable Sample Rate* (SSR),
- *Long Term Prediction* (LTM).

2.5. Herramientas del codificador AAC

2.5.1. Banco de filtros

Una de las principales funciones de cada codificador es transformar la señal original de audio recibida en el dominio del tiempo a dominio de la frecuencia. La transformación utiliza la Transformada Discreta del Coseno Modificada (MDCT) que soporta bloques de 256 a 2048 muestras, las cuales pueden ser afinadas dinámicamente. Antes de aplicar la transformada, la señal es dividida en ventanas

mediante la técnica de Kaiser Bessel; la que construye la señal a partir del módulo y de la fase. Una vez construida, calcula la parte negativa del espectro, teniendo en cuenta que debe verificar la simetría hermética y concatena ambas señales en una única.

2.5.2. Temporal Noise Shaping (TNS)

Es una novedad que presenta MPEG-4 AAC y una innovación en la codificación perceptual de audio. Es una etapa básica de un codificador perceptual y se encuentra entre la fase del banco de filtros y la fase de cuantización, esto se realiza para mejorar el códec, la técnica se basa tomando en cuenta dos consideraciones:

- Consideración de la dualidad de tiempo y frecuencia.
- Modelar el espectro de ruido de cuantización por medio de una codificación predictiva de *open-loop*.

2.5.2.1. Características del TNS:

- Dualidad de tiempo,
- Dominio de la frecuencia,
- Hace previsión en el dominio de la frecuencia,
- Modela el ruido cuantificado a lo largo del tiempo,
- Aplica un filtro al espectro original y cuantifica esta señal filtrada.

Estos coeficientes cuantificados son transmitidos en el flujo de bits, los mismos que también son utilizados en el decodificador para realizar la transformada inversa.

2.5.2.2. Predicción

Esta herramienta de predicción adaptativa de coeficientes espectrales a lo largo del tiempo, que tiene el objetivo de eliminar la correlación entre las muestras, esto es, eliminar las redundancias contenidas en el audio en muestras sucesivas, teniendo una mayor eficiencia en señales estacionarias.

2.5.2.3. Sustitución perceptual del ruido

Esta es una herramienta exclusiva de AAC MPEG-4. La herramienta tiene como función obtener mayor optimización y eficacia con tasas de transmisión bajas. Está basado en el principio de “un ruido suena como los otros ruidos”, es decir, que la

estructura del ruido no es tan importante como la percepción de la señal por eso una alternativa para la transmisión de todas las componentes espectrales de una señal con ruido, es solamente indicar la frecuencia que tiene el ruido y dar la información sobre la potencia en esa banda.

2.5.2.4. Codificación middle/side:

Herramienta de codificación basada en la suma y diferencia de dos canales de audio, y la compresión es obtenida a partir de su envío a estos dos canales, y se los denomina respectivamente canales *middle* y *side*.

2.5.2.5. Codificación sin pérdidas:

Esta herramienta hace uso del método de codificación de Huffman por ser más flexible y utiliza los cuádruplos de las líneas de frecuencia. Es preferible en ciertos casos convertir la señal a *middle/side* antes de cuantificar dada su información espacial. Con esta herramienta se decide de qué modo codifica para obtener mayor ganancia de codificación.

2.5.2.6. Factores de escala:

Aunque la señal pasa por el módulo de *noise shaping*, el cual modela el ruido, eso no es suficiente para conseguir una calidad de audio aceptable. Para mejorar la calidad de la señal codificada, el ruido de la señal es modelada a través de factores de escala. Estos factores son utilizados para amplificar la señal en determinadas regiones del espectro para así aumentar la relación señal-ruido en estas bandas.

2.5.3. HE (High Efficient)

Es una técnica de compresión de audio con pérdidas hecha para los sistemas de audio digital. Como se mencionó anteriormente debido a una petición de MPEG se presentaron dos propuestas sobre nuevas herramientas de codificación de audio para aumentar la eficiencia para tasas bajas de bit, 24 kbit/s, y dos proyectos fueron estudiados:

- El primero utilizaba la herramienta SBR y
- El segundo presentaba una mejor calidad de audio con la herramienta PS.

Las aplicaciones de HE-AAC son la televisión digital y la televisión móvil principalmente por sus tasas de transmisión bajas. El codificador ha sido adaptado a muchos estándares. Además de ISDB-TB, el codificador es de especial interés en combinación con el codificador de video H.264 y su utilización es obligatoria para la mayoría de las nuevas plataformas de audio.

HE-AAC soporta una amplia gama de tasas de compresión y varias configuraciones variando de sonido monofónico a estéreo a una tasa típica en HE-AAC versión 2 de 32 kbps y para 5.1 canales a tasas de 160 kbps. La primera versión utiliza SBR para aumentar la eficiencia en la compresión de frecuencias de dominio y la versión dos utiliza PS para aumentar la eficiencia de señales estéreos.

CAPÍTULO III

3. TÉCNICAS DE TRANSPORTE DE AUDIO Y VIDEO

3.1. Cloud Computing

Es un modelo de prestación de servicios a través del internet, en el que se ofrecen varios servicios y que los usuarios solo paguen el servicio que consuman ofreciendo un alto grado de seguridad y fiabilidad que ayuda controlar el uso fraudulento de software y piratería (Computing, s.f.). En la presente ilustración no permite identificar como está estructurado un servicio de cloud computing.



Figura 8. Esquema Cloud Computing

3.1.1. Beneficios

- Ofrece servicios de red de forma integrada con mayor facilidad
- Los servicios están a nivel mundial y garantizan una recuperación completa de datos y reducción de inactividad.
- Reducción de la necesidad de instalar hardware ya que el proveedor proporciona la infraestructura necesaria.
- Implementación con una reducción de riesgos con poca inversión.

Uso eficiente de energía para la infraestructura. Existen algunas plataformas cloud de código abierto:

- OpenStack
- CloudStack
- Eucalyptus, etc.

Ofrecen las ventajas y características de un programa open source, tales como, acceso a la comunidad, rápidas actualizaciones, compartir recursos y lo importante no estar atado a los dueños del software.

A pesar de que algunos proveedores prefieren construir sus servicios sobre plataformas abiertas, la mayoría prefiere plataformas propietarias (Revista Cloud Computing, s.f.).

3.1.2. ¿Por qué Utilizar las Soluciones Propietarias?

- El proveedor testea, desarrolla e integra las aplicaciones,
- Facilitan el trabajo las soluciones más conocidas para IT, especialmente a empresas pequeñas,
- Al contratar software propietario se establecen los acuerdos de la prestación de servicios (SLA),
- La empresa propietaria se encarga del mantenimiento y actualizaciones del software.

3.1.3. ¿Por qué Utilizar las Soluciones Open Source?

- Su gestión es más flexible a pesar de ser más compleja,
- No esperan que sus clientes dependan de ellos ni de las empresas propietarias,
- OpenStack ofrece paneles de control en modo autoservicio son variados y admiten mucho más configuraciones,
- Las licencias de las soluciones propietarias conllevan costes más altos,
- Por encontrarse en un mundo competitivo es constante su evolución.

Sin embargo no se piensa en estar en un bando o en otro a futuro se piensa en una solución híbrida que aporte lo mejor de cada uno (Computing., 2013).

3.2. MPLS

Multi-Protocol Label Switching.- Es una red privada IP que combina la flexibilidad de las comunicaciones punto a punto o Internet y la fiabilidad, calidad y seguridad de los servicios Private Line, Frame Relay o ATM.

Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y las basadas en paquetes. Puede ser utilizado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz y de paquetes IP.

3.2.1. Orígenes de MPLS

Para poder crear los circuitos virtuales como en ATM, se pensó en la utilización de etiquetas añadidas a los paquetes. Estas etiquetas definen el circuito virtual por toda la red.

Estos circuitos virtuales están asociados con una QoS (Calidad de Servicio) determinada. Inicialmente se plantearon dos métodos diferentes de etiquetamiento, o en capa 3 o en capa 2. La opción de capa 2 es más interesante, porque es independiente de la capa de red o capa 3 y además permite una conmutación más rápida, dado que la cabecera de capa 2 está antes de capa 3.

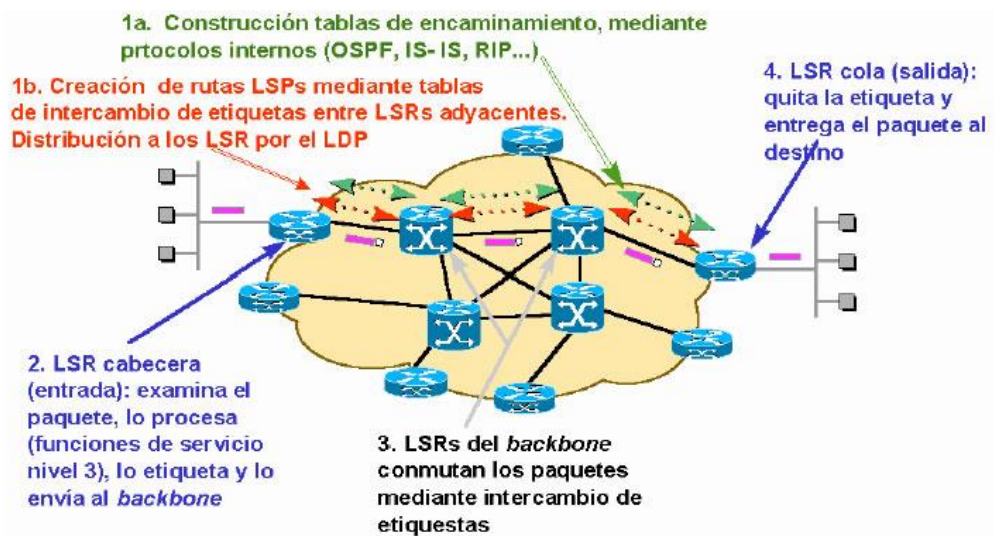


Figura 9. Esquema de Tecnología MPLS

La tecnología MPLS ofrece un servicio orientado a conexión:

- Mantiene un estado de la comunicación entre dos nodos,
- Mantiene circuitos virtuales.

3.2.2. Elementos MPLS

- LER (Label Edge Router): elemento que inicia o termina el túnel (pone y quita cabeceras). Es decir, el elemento de entrada/salida a la red MPLS. Un router de entrada se conoce como Ingress Router y uno de salida como Egress Router. Ambos se suelen denominar Edge Label Switch Router ya que se encuentran en los extremos de la red MPLS.
- LSR (Label Switching Router): elemento que conmuta etiquetas.
- LSP (Label Switched Path): nombre genérico de un camino MPLS (para cierto tráfico o FEC), es decir, del túnel MPLS establecido entre los extremos. A tener en cuenta que un LSP es unidireccional.
- LDP (Label Distribution Protocol): un protocolo para la distribución de etiquetas MPLS entre los equipos de la red.
- FEC (Forwarding Equivalence Class): nombre que se le da al tráfico que se encamina bajo una etiqueta. Subconjunto de paquetes tratados del mismo modo por el conmutador.

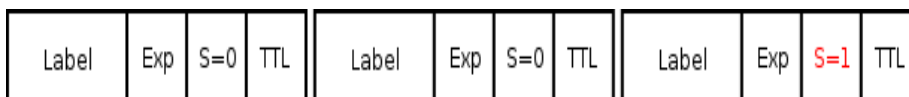


Figura 10. Pilas de Etiquetas de MPLS

En la figura 10 se observa los siguientes elementos:

- Label (20 bits): Es la identificación de la etiqueta.
- Exp (3 bits): Llamado también bits experimentales, también aparece como QoS en otros textos, afecta al encolado y descarte de paquetes.
- S (1 bit): Del inglés stack, sirve para el apilado jerárquico de etiquetas. Cuando S=0 indica que hay más etiquetas añadidas al paquete. Cuando S=1 estamos en el fondo de la jerarquía.
- TTL (8 bits): Time-to-Live, misma funcionalidad que en IP, se decreta en cada enrutador y al llegar al valor de 0, el paquete es descartado. Generalmente sustituye el campo TTL de la cabecera IP.

3.2.3. Las principales aplicaciones de MPLS son:

- Funciones de ingeniería de tráfico (a los flujos de cada usuario se les asocia una etiqueta diferente).
- Policy Routing.
- Servicios de VPN.
- Soporta QoS.
- MPLS se basa en el etiquetado de los paquetes en base a criterios de prioridad y/o calidad (QoS).
- La idea de MPLS es realizar la conmutación de los paquetes o datagramas en función de las etiquetas añadidas en capa 2 y etiquetar dichos paquetes según la clasificación establecida por la QoS en la SLA.
- Por tanto MPLS es una tecnología que permite ofrecer QoS, independientemente de la red sobre la que se implemente.
- El etiquetado en capa 2 permite ofrecer servicio multiprotocolo y ser portable sobre multitud de tecnologías de capa de enlace: ATM, Frame Relay, líneas dedicadas, LANs.
- Multiprotocolo.
- Ingeniería de tráfico.
- Mecanismo de protección de fallos y más.
- Mantiene un estado de la comunicación entre dos nodos.
- Mantiene circuitos virtuales.

3.2.4. Jerarquía MPLS

- MPLS funciona sobre multitud de tecnologías de nivel de enlace.
- La etiqueta MPLS se coloca delante del paquete de red y detrás de la cabecera de nivel de enlace.
- Las etiquetas pueden anidarse, formando una pila con funcionamiento LIFO (Last In, First Out). Esto permite ir agregando (o segregando) flujos. El mecanismo es escalable.
- Cada nivel de la pila de etiquetas define un nivel de LSP Túneles MPLS

- Así dentro de una red MPLS se establece una jerarquía de LSP (Label Switched Path Intercambio de rutas por etiqueta).
- En ATM y Frame Relay la etiqueta MPLS ocupa el lugar del campo VPI/VCI o en el DLCI, para aprovechar el mecanismo de conmutación inherente.

3.2.5. Etiquetas MPLS

- Las etiquetas MPLS identifican a la FEC (mecanismo de corrección de errores) que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original asociada a cada paquete.
- En las figuras 11 y 12 se muestran la identificación de un paquete MPLS genérico y su cabecera:

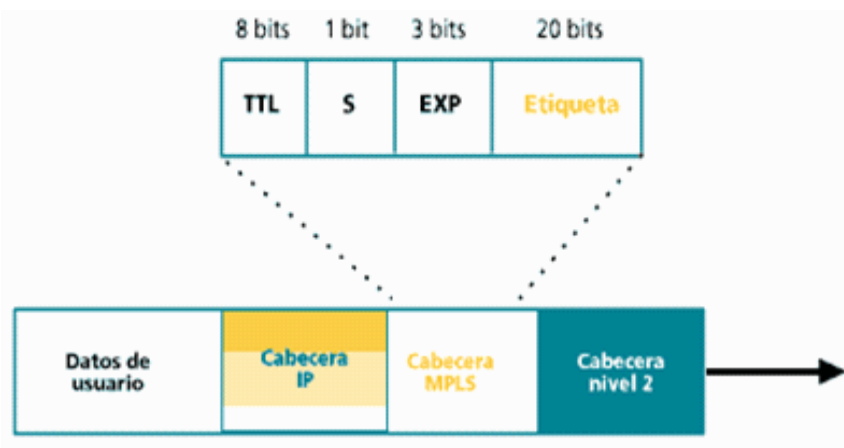


Figura 11. Identificación Paquete MPLS

- Etiqueta: La etiqueta propiamente dicha que identifica una FEC (con significado local).
- EXP: bits para uso experimental, una propuesta es transmitir en ellos información de diffservy (su objetivo de poder ofrecer diferentes niveles de calidad de servicio en redes IP de forma escalable). (Guerra, 2004).
- S: Vale 1 para la primera entrada en la pila (la pila más antigua), cero el resto. Esta es la primera etiqueta introducida.
- TTL: Contador de número de saltos. Este campo reemplaza al TTL de la cabecera IP durante el viaje del datagrama por la red MPLS.



Figura 12 Detalle Cabecera MPLS

3.3. IPTV

Iptv es acceder a contenidos multimedia por medio de internet, es decir, sistemas de distribución de señales de televisión y/o video usando banda ancha sobre protocolo IP y está basado en video-streaming. Brindando calidad de servicio, seguridad interactividad y fiabilidad.

Lo cual permite trabajar como video bajo demanda o televisión pagada, lo cual permite algunas ventajas como tener un mejor control parental, permitiendo seleccionar material con contenidos para niños y por medio de una clave tener acceso a series o programas no permitidos.

3.3.1. Características:

- En la actualidad los proveedores disponen de dos canales los mismos que permiten distribuir aplicaciones de Tv interactivas entre estos servicios destacamos:
- Tv en directo.
- HDTV (tv de alta calidad).
- Juegos interactivos.
- Búsquedas rápidas en internet.
- Time shifting, grabar los contenidos emitidos.

Al tener dos canales uno estándar debe tener una conexión de 1.5 Mbps y otro de alta definición 8 Mbps. Para brindar este servicio el ancho de banda dependerá de cuantos decodificadores y velocidad de internet que deberán ser mayores a 4 Mbps, 7 Mbps, 8 Mbps, 10 Mbps, 12 Mbps, 14 Mbps, 16 Mbps y 18 Mbps, esto implica que la línea de ADSL sea más sensible a pérdidas o caídas. Para garantizar calidad de servicio deberá tener una señal de ruido mayor a 13 dB y una atenuación menor a 40dB. Entre

los formatos de codificación de video están:

1. H 261.- Principalmente utilizado en videoconferencia y videotelefonía.
2. MPEG-1.- Con una calidad igual a VHS.
3. MPEG-2.- Se utiliza para DVD con una buena calidad.
4. MPEG-4 parte-2 Con mejor calidad MPEG-2.
5. MPEG-4 parte-10.- Mejor conocido como H264 y en la actualidad es el más usado en varia aplicaciones.
6. H 263.- Brinda una buena calidad y bajas tasas de trasmisión, se utiliza en videoconferencia y videotelefonía.
7. WMV.- Para transmisión de video de poca calidad, conexiones lentas de internet.

Para brindar calidad de servicio utiliza servicios integrados (IntServ)

- Ventajas: Los routers tienen la información necesaria para determinar cómo deben ser tratados los paquetes.
- Desventajas: Para la conmutación se requiere mantener la información de estado en cada uno de los routers, esto con lleva que cada routers debe tener un protocolo de señalización para todo el trayecto.

Servicios diferenciados (DiffServ).- Para cada usuario se marca los paquetes con una determinada etiqueta y su prioridad para el trato en cada router. Incluye dos nuevas clases de control de QoS en internet, servicio garantizado y servicio de carga controlada. Su idea principal es clasificar el tráfico en niveles de servicios (Guerra, 2004).

- Ventajas: No se debe conservar la información de estado en los routers.
- Desventajas: Cada paquete debe estar marcados con la prioridad que le corresponden.

3.4. Metroethernet

La Red Metro Ethernet, es una arquitectura tecnológica destinada a suministrar servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2, a través de UNIs Ethernet. Estas redes denominadas "multiservicio", soportan una amplia gama de servicios, aplicaciones, contando con mecanismos donde se incluye soporte a tráfico "RTP" (tiempo real), como puede ser Telefonía IP y Video IP, este tipo de tráfico resulta especialmente sensible a retardo, al jitter. (Hipolito Jean, Rosmart Rodriguez & José Peña. 2010)

Las redes Metro Ethernet, están soportadas principalmente por medios de transmisión guiados, como son el cobre (MAN BUCLE) y la fibra óptica, existiendo también soluciones de radio licenciada, los caudales proporcionados son de 10Mbps, 20Mbps, 34Mbps, 100Mbps, 1Gbps y 10Gbps. a fibra óptica y el cobre, se complementan de forma ideal en el ámbito metropolitano, ofreciendo cobertura total a cualquier servicio.

El estándar SDH (Jerarquía digital sincrónica) está definido originalmente para el transporte de señales de 1,5 Mbps, 2 Mbps, 6 Mbps, 34 Mbps, 45 Mbps y 140 Mbps a una tasa de 155 Mbps, y ha sido posteriormente desarrollado para transportar otros tipos de tráfico, como por ejemplo ATM ó IP, a tasas que son múltiplos enteros de 155 Mbps. La flexibilidad en el transporte de señales digitales de todo tipo permite, de esta forma, la provisión de todo tipo de servicios sobre una única red SDH: servicio de telefonía, provisión de redes alquiladas a usuarios privados, creación de redes MAN y WAN, servicio de videoconferencia, distribución de televisión por cable, etc (Romero Holguín, 2012). SDH (Synchronous Digital Hierachy) es un estándar internacional para sistemas ópticos de telecomunicaciones de altas prestaciones.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE LA RED TECNOLÓGICA DE LA ESPE

En la figura 13 se observa el diseño de la red e infraestructura de Hardware con que cuenta actualmente la Escuela Politécnica del Ejército.

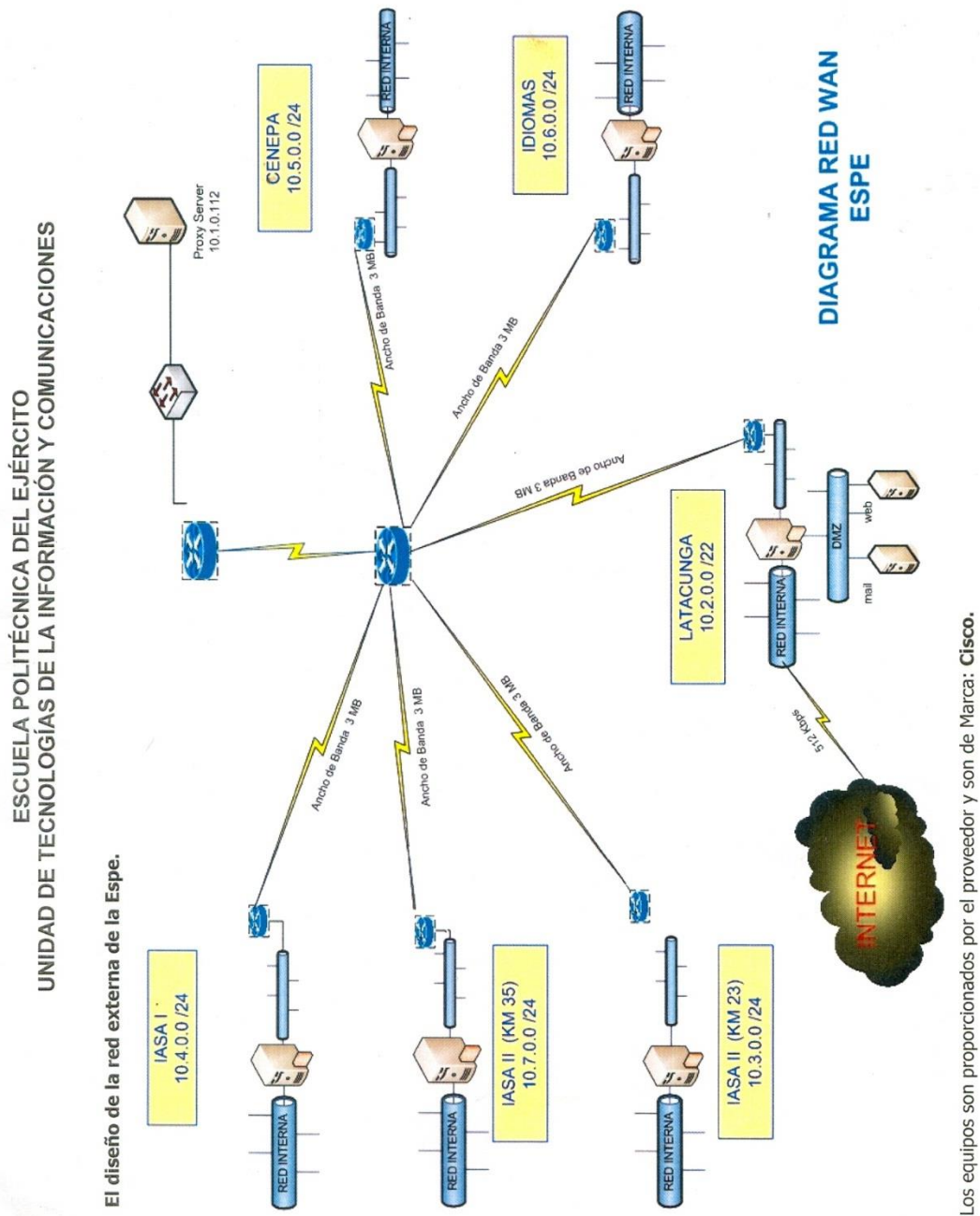


Figura 13. Diagrama WAN ESPE Primer Diseño (Utic'sESPE)

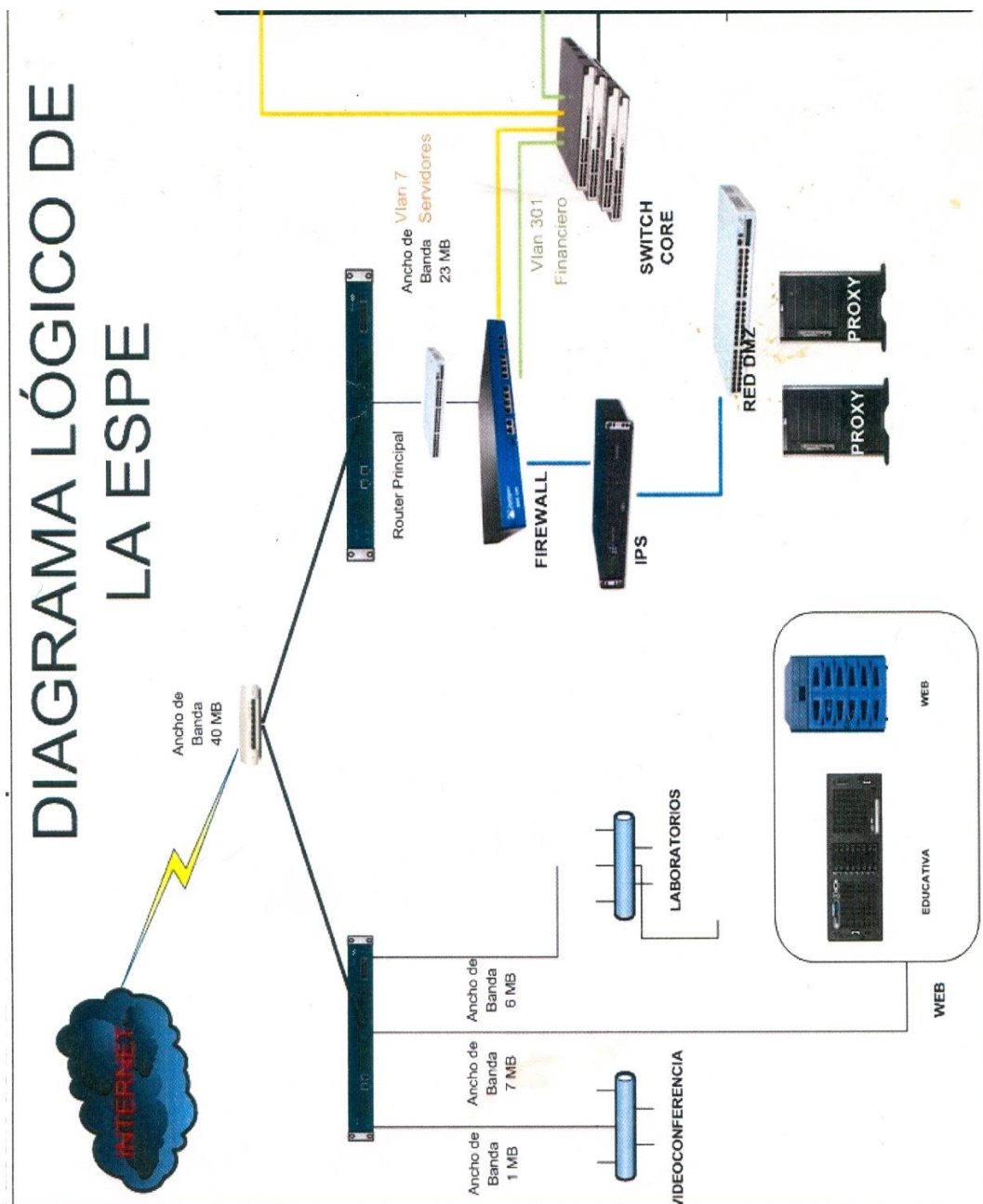


Figura 14. Diagrama Lógico ESPE (Utic's ESPE)

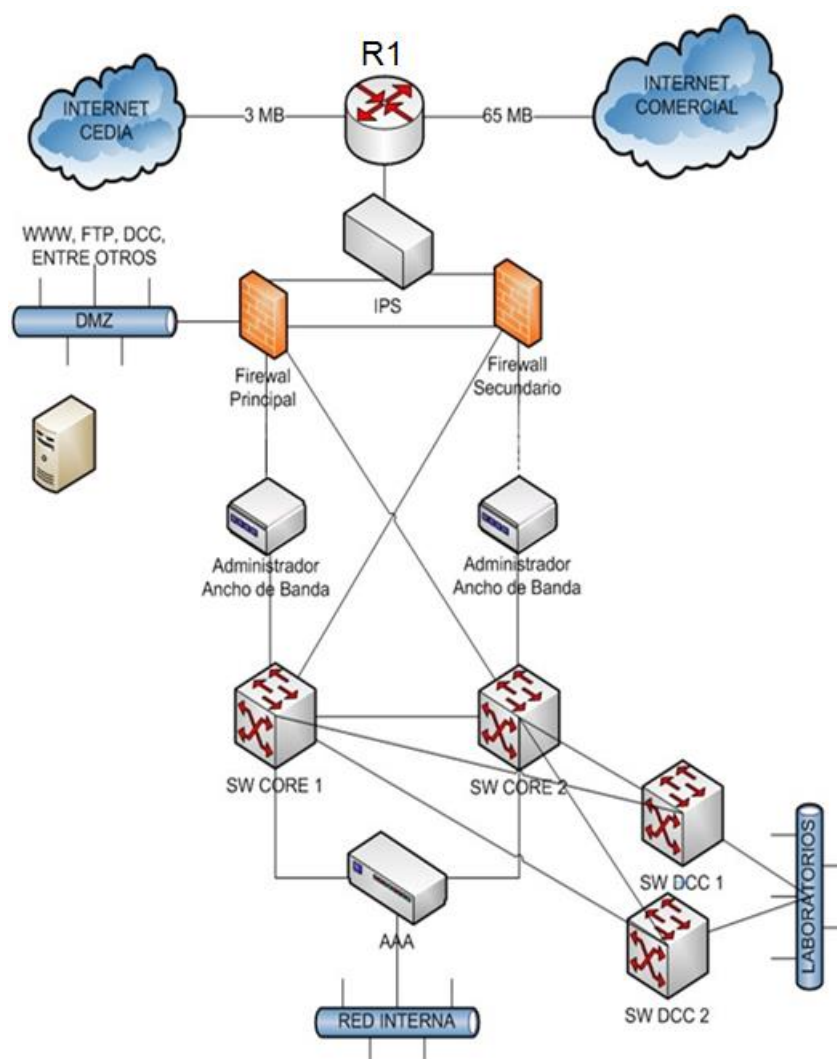


Figura 15. Diseño Red Interna ESPE

4.1. Descripción elementos activos de la red

4.1.1. El Router Central 5500-EI SFP R1

Permite la interconexión del enlace del proveedor del servicio de Internet con la red Interna de la ESPE, es capaz de enrutar diferentes redes de los proveedores de internet a la red interna de la ESPE. Sus características técnicas son:

- El equipo soporta 140 Mbps de salida a Internet.
- Permite el manejo de QoS, en aplicaciones de voz, video, VPN, entre otras.
- Permitir aplicaciones de voz.

- Soporta protocolo SNMP v1, v2 y v3.

En cuanto a la seguridad:

- El equipo incluye seguridades para evitar ataques de denegación de servicios a la controladora del sistema.
- Soporte para RADIUS.
- Permite seguridad con SSHv1 y v2.
- Como autenticación permite seguridad de usuarios con password y contraseña soportando usuarios locales.
- Interconexiones de red LAN:
 - ARP (proxy ARP, ARP libre, autorización ARP)
 - VLAN (Basada en Puerto, en MAC Address, insolación de puerto)
- Interconexión de redes WAN:
 - PPP, and MP.
 - PPOE Client,y PPOE Server.
 - ISDN y Red ISDN.

Servicios IP:

- Fast forwarding (unicast/multicast).
- TCP.
- UDP.
- Políticas de ruteo (unicast/multicast).

Aplicaciones IP:

- DHCP Server.
- Ruteo IP.
- Administración de Ruteo estático.
- Protocolos de Ruteo dinámico.
- RIP/RIPng.
- Soporte para MPLS.
- LDP.
- LSPM.
- MPLS TE.
- MPLS FW.

- MPLS/BGP VPN.
- L2VPN.
- MPLS SUPPORTS MULTICAST.
- Soporte para IPV6.
- Funciones Básicas.
- IPv6 rutas de administración estáticas.
- Protocolos de ruteo dinámicos.

Ver anexo 1 más características.

El sistema de control de prevención de intrusos IPS permite la detección de tráfico malicioso, además permite la inspección y análisis de ataques.

Dentro de las características de este equipo tenemos:

- Permite detección de tráfico IPv4 e IPv6 malicioso.
- Permite Inspección y análisis de ataques en capa 2 a capa 7.
- Permite la detección y rechazo de al menos los siguientes tipos de ataques:
 - Suplantación IP.
 - Ping de la muerte.
 - Ataques de negación de servicio.
 - Paquetes malformados.
 - Administración mediante CLI, Telnet, web, SNMP V1, V2, V3. SSH.
- Interfaces:
 - 2 interfaces 1000BASE-SX.
 - 4 interfaces 10/100/1000 BASE-TX.

El sistema de firewall SSG140, tanto el principal como el secundario, tiene una base de registros de incidentes de seguridad a nivel mundial, permite la definición de zonas, segmentos, grupos para configurarlos en redes externa, interna y DMZs en general, con sus respectivos niveles de seguridad. Las características técnicas de estos equipos son:

- Soporta protocolos de comunicaciones para voz IP y videoconferencia. (SIP v1, v2, v3 y v4 y H.323).
- Soporta protocolos de ruteo ya sean estáticos y/o dinámicos que permitan automatizar el intercambio de rutas.
- Soporte de algoritmos de cifrados simétrico de 256 bits AES, 3DES.
- El equipo debe detectar y rechazar al menos los siguientes tipos de ataques:
 - Inundación SYN.
 - Ping de la muerte.
 - Ataques de negación de servicio.
 - Debe permitir PAT y NAT .
 - Debe permitir NAT transversal para H.323.
- Soporta las configuraciones de Listas de Control de Acceso basadas en Puertos TCP, UDP, protocolos, basados en las subredes origen y subredes destinos.
- Permite reunir varias subredes, servicios, puertos TCP y UDP o ambos para hacer una sola política de negación o acceso.
- Tiene la capacidad de hacer filtrado dentro de puertos TCP conocidos (21, 80, 443) aplicaciones potencialmente peligrosas como P2P, aplicaciones de mensajería instantánea.
- En cuanto a calidad de servicio el equipo tiene soporte para aplicaciones que son sensibles al retardo tales como servicios de voz y vídeo.
- Soporta el protocolo de gestión de redes (SNMP v1, v2,v3; MIB II)

Interfaces:

- Puerto Fast Ethernet.
- 6 puertos Gigabit Ethernet.
- 3 interfaces Gigabit SFP.
- Permite 600.000 sesiones concurrentes, 35.000 nuevas conexiones por segundo.
- VPN Throughput: 420 Mbps.
- VLANs: 250 VLANs.

- Memoria RAM: 4 GB.

Para más características ver anexo 1

El administrador de ancho de banda Fortiguard 1200 para el acceso a internet, garantiza que los recursos de ancho de banda para servicios como videoconferencia y telefonía IP estén disponibles para su utilización, permite la identificación precisa de aplicaciones y protocolos utilizados. Como características técnicas podemos indicar:

- Interfaces y Conexiones: Dos Interfaces de Red 10/100/1000 BASE-SX para dos segmentos independientes (Red Interna y una red DMZ). Incluye módulos SFPs.
- Análisis y Control de Información /Ancho de Banda: Licencia superior a 100 Mbps.

Ver anexo 1 para mayor información.

Los Switchs principales CORE 1 5500-EI SFP Y CORE 2 5500-EI SFP, permiten la interconexión del centro de datos con el switch de distribución del Departamento de Ciencias de la Computación y los servidores de la Institución, el switch principal permitirá replicar la información de las vlans hacia los switches del mismo fabricante. Los equipos soportan un esquema de modo que al interconectarse, todo el sistema se lo vea como una sola entidad lógica en el que compartan una sola tabla de Forwarding y de Enrutamiento, sumando las capacidades de desempeño y slots disponibles de cada Switch. Los switch core están diseñados para proporcionar alta capacidad y rendimiento permitiendo velocidades en las interfaces de 10 Gigabit Ethernet, se cuenta con dos de estos dispositivos con la finalidad de tener redundancia.

Las características técnicas de estos equipos son:

- Permiten integrar servicios futuros como seguridad, administración de contenido, telefonía, entre otros.
- Debe proporcionar protección de pérdida de paquetes y recuperación rápida en las interrupciones de la red.
- El equipo principal permite agrupar varias conexiones Ethernet físicas para crear un enlace Ethernet lógico con la finalidad de proporcionar tolerancia a fallos y enlaces de alta velocidad entre switches, routers y

servidores de Virtualización, y que soporte diferentes modos de distribución de paquetes.

- Enrutamiento basado en hardware en relación de capa 3 a capa 2.
- Enrutamiento entre VLANs.
- Enrutamiento Multicast.
- Manejo de Calidad de Servicio Modular. Capacidad de configurar políticas de Calidad de servicio con la reservación de anchos de banda, cambio de políticas de encolamiento de paquetes, marcación de paquetes modificación o manipulación de los 3 o 6 primeros bits del campo Type Of Service del paquete IP.
- Clasificación y marcado basado en capa 3 y capa 4.
- Políticas de entrada y salida basada en capa 3 y capa 4.
- Manejo de algoritmos de encolamiento para tráfico de tiempo real como VOZ y VIDEO.
- Autenticación de usuarios mediante IEEE802.1X con asignación de VLANs y VLAN de Voz.
- Protección a accesos no autorizados mediante autenticación de clientes, cifrado de contenido, protección contra DoS, Syn Flood, filtrado de paquetes.

El switch de distribución 3COM 4050 y el 3COM 4000, proveen conectividad a los switches de acceso que se ubican en los laboratorios del departamento de ciencias de la computación, están diseñados para proporcionar alta capacidad y rendimiento permitiendo velocidades de 1 Gigabit y 10 Gigabit Ethernet.

El switch de distribución permitirá replicar y/o heredar información de las vlans hacia los switches del mismo fabricante. Las características técnicas de estos equipos son:

- Permiten integrar servicios futuros como seguridad, administración de contenido, telefonía, entre otros.
- Proporcionan protección de pérdida de paquetes y recuperación rápida en las interrupciones de la red.

- Soportan un protocolo de autodescubrimiento de los dispositivos directamente conectados.
- El equipo soporta:
 - 10BASE-T.
 - 100BASE-TX.
 - 100BASE-FX.
 - 1000BASE-X (GBIC).
- Permite utilizar herramientas en línea como:
 - Búsqueda de bugs de software
 - Diagnóstico de problemas comunes en la red

Ver anexo 1 para mayor información.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RED DE CONTRIBUCIÓN PARA EL CALAN DE TELEVISIÓN DE LA ESPE PROPUESTA.

5.1. Las Redes de Contribución para un Canal de Televisión

Son aquellas que permiten enviar la programación de una estación a otras, utilizando la red de transporte, por medio de nuevas tecnologías de comunicación, con la finalidad de minimizar los costos y tener calidad de servicio.

La finalidad de esta tesis es elaborar una investigación, que en su primera parte será realizar el análisis de la infraestructura y red de comunicaciones con que cuenta la ESPE, y todas sus extensiones, este análisis determinará si la misma soportará el canal de TV para la ESPE en caso de no recomendar la infraestructura requerida para la red de TDT, la segunda parte es determinar los requerimientos mínimos de ancho de banda que se necesitarán para diseño de la red de contribución de TDT desde la sede principal hasta cada una de las diferentes extensiones.

Este estudio permitirá investigar y determinar las técnicas de transporte de video más adecuadas a través de las redes y los equipos con que cuenta la ESPE y extensiones para su futura implementación.

5.2. Propuesta de Diseño Red de Contribución Universidad de las Fuerzas

Armandas Espe Modelo 2

En vista que la tecnología siempre ha tenido una evolución gigantesca y más aún cuando se trata en lo que concierne a comunicaciones, el nuevo estándar IEEE 802.3ae (estándar 802, s.f.) 10 Gb/s, esto nos facilita el objetivo principal de transmisión de voz, para esto se considera tres aspectos fundamentales en una red Ethernet: el tamaño de la trama, el número de estaciones y el tiempo de propagación entre las estaciones. Como sabemos las redes Ethernet no garantizan la calidad en el servicio en los parámetros tales como: disponibilidad, pérdida de trama, reordenamiento de tramas, duplicación, retardo de tránsito y tiempo de vida de la trama. Por lo tanto para una solución se ha propuesto una técnica llamada de la fuerza bruta, que quiere decir, que

debemos sobre dimensionar el tráfico para que no se congestione, es aquí donde MPLS (Multiprotocol Label Switching) entra ya que por medio de la conmutación de paquetes en las capas 2 y 3 del modelo OSI, hace posible mejorar la funcionalidad de la capa 2. MPLS brinda conducción, clasificación de paquete y dispone de EoMPLS (Ethernet over MPLS) mecanismo de túnel eficiente, que ofrece servicios de determinación de rutas en grandes redes, al tener MPLS QoS calidad de servicio que es nuestro principal objetivo, grupos de usuarios privados, ancho de banda reservado, mecanismos de seguridad e ingeniería de tráfico, lo cual es el nuestro objetivo para TDT.

MPLS soporta envío de tráfico unicast y multicast a través del backbone, ya que nuestro principal objetivo es prestar el servicio de envío de voz, datos, video e incluso archivos u otros servicios que brinda la TD (Televisión Digital). Identifiquemos estos términos para entender MPLS VPN (Router interno del Proveedor), PE (Router frontera del proveedor), CE (Router frontera cliente).

El presente análisis de la red para la ESPE es considerado para Matriz en Sangolquí y sus sedes IASA I, IASA II (Santo Domingo de los Tsachilas), ESPE Latacunga, Idiomas y Cenepa en la ciudad de Quito, en vista que en MPLS una de sus principales características principales es la escalabilidad en caso de a futuro la Universidad creará nuevas sedes su adaptación e implementación sería muy fácil.

5.2.1. Análisis de Tráfico.

La transmisión de voz, datos, videos y/o servicios entre las sedes de la ESPE requiere un gran desempeño de la misma, por lo tanto los router LER (Label Edge Router) se deben ubicar en las partes de mayor concentración de tráfico hacia los usuarios, al igual que el router LSR (Label Switching Router) el mismo que va a estar encargados de la conmutación de tráfico en la red, estos equipos son de alto rendimiento para soportar dicho tráfico,

5.2.2. Para la tx de voz.-

Basados en el estándar G.711 establece 64 Kbps y con una asignación de un

E1 (2048 Mbps) llegando a un estimado de 30 canales de voz, también se puede utilizar otros estándares de decodificación de voz que mostramos en la siguiente tabla 3.

Tabla 3

Estándares de decodificación de voz

Estándar	Capacidad del Canal	Canales de voz	AB Canal
G.726	32 Kbps	48	1,55 Mbps
		64	2,048 Mbps
G.711	64 Kbps	30	2,048 Mbps
		24	1,55 Mbps
G.729	8 Kbps	256	2,048 Mbps
		194	1,55 Mbps
G.728	16 Kbps	128	2,048 Mbps
		97	1,55 Mbps

Fuente. (Dr JosKowicz, Jose., 2013)

5.2.3. Para la tx de datos.-

Con transmisión full dúplex en enlaces ADSL o FO se requerirá como mínimo un AB 1024 de subida y 512 Kbps de bajada en el enlace principal. Teniendo en cuenta esto para la transmisión de datos e internet los requerimientos de red serían los que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Requerimiento de internet para transmisión de datos

Trasmisión de Datos	Valor Requerido
Datos	512/2048 Mbps
Internet entre sedes	5 Mbps
Internet Proveedor	82.5 Mbps en la actualidad hay

Fuente: (Dr JosKowicz, Jose., 2013)

5.2.4. Para la transmisión de video

Existen varios estándares para la transmisión y recepción de video o multimedia, entre los principales como podemos observar en la tabla 5, se recomienda utilizar el estándar H264/MPEG-4 AVC para nuestro estudio, ya que el mismo al tener una gran calidad de video con una mínima tasa de velocidad de transmisión nos brinda un mejor rendimiento.

Tabla 5
Tasa de velocidad transmisión video

Estándar	Tasa de transmisión
H261	64 Kbit/s.
H263	64 Kbit/s. estándares MPEG-1 y MPEG-2.
H264	Desde 192 kbit/s a 720 Mbit/s dependiendo del nivel que este, es MPEG-4 parte 10 video de alta definición (HD)

Fuente: (Dr JosKowicz, Jose., 2013)

5.2.5. Para la Seguridad de la Red

La seguridad propia de la red MPLS es muy buena pero no garantiza la integridad de los datos, por esto, el cifrado es una tecnología que combate eficazmente los tipos de amenazas, una “VPN segura es la que cifra el contenido de los datos”.

Como ya indicamos MPLS usa la información de la cabecera de los paquetes IP, Frame Relay o ATM para determinar el encaminamiento en la red, entonces los mecanismos de cifrado nivel 2 no son muy adecuados y la única solución en MPLS es IPsec.

5.2.6. Cifrado IPsec.-

Posibilita mantener la integridad de los datos y al mismo tiempo tener control de la información e instalar equipos dedicados a esto IPsec VPN gateways, entre la LAN y router IP de acceso. Para que cada dispositivo de la red sea configurado en forma independiente de la arquitectura o implementación de cada router se debe establecer políticas de seguridad en cada uno de los túneles VPN, lo que conlleva que

las funciones de red y gestión de la seguridad estén separadas y esto es un requerimiento para infraestructuras críticas.

5.2.7. El Nuevo Cifrado de Nivel 2-Compatible con MPLS:

Una VPN segura de Nivel 2 MPLS utiliza un dispositivo especial de cifrado de nivel 2 que permite la interacción dentro de la red MPLS mientras que sigue efectuando su trabajo de intercambio de claves y aplicación de la política de seguridad, como lo ha venido haciendo habitualmente en las implementaciones existentes en todo el mundo de sistemas de cifrado de nivel 2.

Esta funcionalidad se consigue anexando una etiqueta al paquete en el punto de entrada de la red MPLS, entre las cabeceras usuales de nivel 2 y nivel 3, y quitándola en el punto de salida de la red. El intercambio de claves se realiza de forma automática y bajo demanda entre las parejas de equipos de cifrado y tiene la habilidad de mantener comunicaciones cifradas con otros equipos similares ya sea en redes MPLS o en redes heredadas Frame Relay y ATM.

Además, existen escenarios donde IPSec no puede ser utilizado, como son los flujos de conexión donde no todo el tráfico es IP, existiendo otros tipos como IPX, Fibre Channel encapsulado en ethernet, etc. En estos casos, la elección de cifrado de nivel 2 es obligada, debido a su independencia y total transparencia respecto del protocolo de nivel 3.

En la figura 17 se puede observar la nueva configuración actual de la red ESPE, en la que se observa los routers de borde y los requerimientos de AB a cada Sede. El equipo Cisco 7200 ofrece:

- Excepcional precio y desempeño.
- Amplia gama de opciones de conectividad.
- Funciones incluidas la de servicio y la capacidad de administración.

- Aumento del rendimiento de VPN con el nuevo adaptador de servicios VPN.
- Aumento de la escalabilidad y la flexibilidad con el nuevo adaptador de puerto de tarjetas Chaqueta (Port Adapter Jacket Card).

Beneficios:

- WAN Edge: considerado el mejor equipo para calidad de servicio (QoS).
- Ancho de Banda: hasta 16,000 PPP sesiones por chasis.
- Multiprotocol Label Switching (MPLS): Principal proveedor de elección para el despliegue de punta.
- IP Security (IPsec) VPN: Escalable hasta 5000 túneles por chasis.
- Uso de grandes equipos de cliente final (CPE).
- IP-to-IP gateway support: Proporciona una red-a-punto de interfaz de red para la interconexión de señalización (H.323, SIP), los medios de comunicación de funcionamiento interno, la dirección y el puerto de traducciones (la intimidad, la ocultación de topología), la facturación y la normalización CDR, y el ancho de banda gestión (QoS utilizando marcado TOS).
- Integración de Voz, video y datos: TDM habilitado, chasis VXR y adaptadores de puerto de voz.
- Diseño Modular: 3RU con una amplia gama de interfaces modulares (desde DS0 a OC-3).
- Flexibilidad: soporte para Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, paquetes sobre SONET y más.

Para la Interconexión con Idiomas, IASA I, IASA II y Héroe del Cenepa se plantea: Un Adaptador Cisco 2-Port OC-3/STM-1 Packet-over-Sonet Port Adapter proporciona los siguientes beneficios:

- Puerto Dual.
- Conmutación automática de protección (APS) entre los puertos de conmutación por fallo.

- Puertos modulares de FO (fibra multimodo, de corto alcance [MM]; fibra monomodo, de alcance intermedio [SMIR], y fibra monomodo, de largo alcance (SMLR) como se observa en la figura 16.

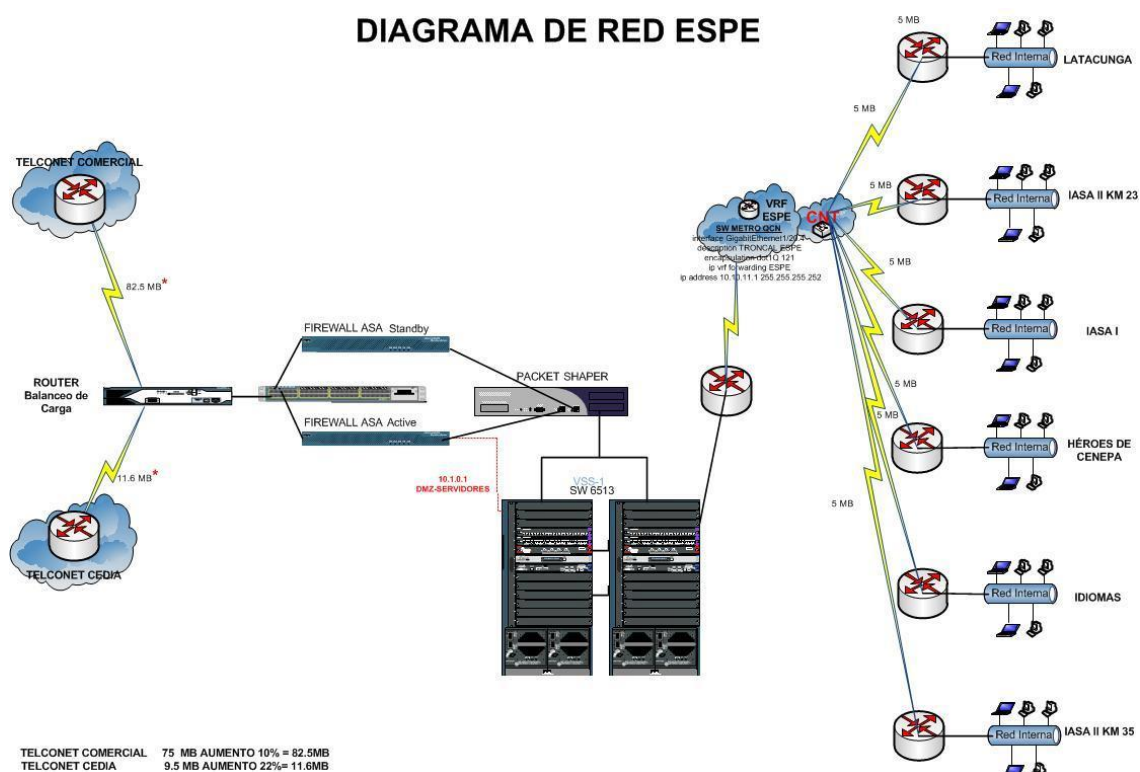


Figura 16. Diseño 2 Red ESPE

5.3. Equipo principal LSR: Cisco 3600 Series

La Serie de Routers Cisco 3600 es una familia de plataformas de acceso multiservicio modulares para medianas y grandes empresas y pequeños proveedores de servicios de Internet (ISP). Con más de 70 opciones de interfaz modular, la familia Cisco 3600 ofrece soluciones para datos, voz video, acceso telefónico híbrido, redes privadas virtuales (VPN), y los datos de enrutamiento multiprotocolo. El alto rendimiento, arquitectura modular protege la inversión de los clientes en tecnología de red e integra las funciones de varios dispositivos en uno solo, solución manejable. Cisco amplió el éxito de la serie Cisco 3600 con el Cisco 3660 plataforma de acceso multiservicio. El Cisco 3660 ofrece mayor densidad, mayor rendimiento y más

capacidad de expansión. El aumento de potencia y el rendimiento de la plataforma Cisco 3660 permiten nuevas aplicaciones, tales como agregación de paquetes de voz y acceso de ATM en el rango de T1/E1 IMA a OC-3.

El Cisco 3660 puede ser ordenado en varias configuraciones. El sistema base consta de:

- Seis ranuras de expansión para el módulo de red de apoyo.
- Dos módulos de integración avanzada (AIM) ranuras para la aceleración de hardware y una mayor potencia de procesamiento.
- Chasis de apoyo para redundante AC o DC de alimentación.
- Un puerto AUX.
- Un puerto de consola.
- Dos ranuras PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) para software y configuración de respaldo.

Se utiliza el protocolo MPLS en la WAN, se optó por el protocolo interno OSPF para la publicación de las redes entre ellas. Se usan equipos LER que manejen VLANs para segmentar los diferentes servicios y controlar de mejor manera la seguridad de información. Se marca una zona desmilitarizada (DMZ) para los servidores que deben presentar servicios de borde y que son utilizados no solo por la ESPE sino por terceros como pueden ser Entidades Gubernamentales, estudiantes que no son de nuestra Universidad, etc.

5.4. Especificaciones y Características:

Routers de acceso a WAN empresarial, asequibles y de alto rendimiento. La familia 3Com Router 5000 ofrece routing flexible y rentable en plataformas modulares de montaje en rack para empresas medianas y oficinas pequeñas como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Equipo Principal LSR: 3Com Router 5000 Family

Una selección de Tarjetas de Interfaz Inteligentes (SICs) y de Módulos de Interfaz Multifunción (MIMs), así como puertos 10/100 BASE-T y serie (síncrono/asíncrono), proporcionan un funcionamiento de la red escalable, eficiente y segura. Estos routers proporcionan procesadores de alta velocidad, soporte para convergencia de voz, datos y vídeo y ofrecen características avanzadas de seguridad y control. Los protocolos estándares de la industria permiten una fácil integración en su red existente.

Varios modelos son disponibles:

- El 3Com Router 5682, un router modular de montaje en rack, viene equipado con ocho ranuras MIM (Módulos de Interfaz Multifunción) para alojar módulos de interfaz de LAN y WAN, que proporcionan flexibilidad adicional para adaptar su red a las necesidades inmediatas y futuras de su negocio.
- El 3Com Router 5642 es una unidad de montaje en rack que viene equipada con cuatro ranuras MIM para una adaptabilidad flexible de su red.

- El 3Com Router 5232 viene equipado con dos puertos 10/100BASE-TX, un puerto serie (asíncrono) y tres ranuras MIM para módulos de interfaz de LAN y WAN, todo ello en una unidad compacta de montaje en rack.
- El 3Com Router 5012 ofrece routing de acceso WAN de alto rendimiento en una plataforma de montaje en rack rentable. Este router viene equipado con un puerto 10/100BASE-TX y un puerto serie, dos ranuras SIC (Tarjetas de Interfaz Inteligentes) y una ranura MIM.

El diseño modular proporciona flexibilidad y escalabilidad para satisfacer las demandas cambiantes del negocio. Los routers vienen equipados de una a ocho ranuras MIM (Módulos de Interfaz Multifunción) (según el modelo) y dos ranuras SIC (Tarjetas de Interfaz Inteligentes) (Router 5012 únicamente): se puede añadir tarjetas y módulos según las necesidades para ajustarse a los requisitos de red. El procesador de alta velocidad resuelve las necesidades de conectividad remota, routing y seguridad. Capacidades de QoS avanzada y de administración de tráfico para convergencia de voz, datos y vídeo. Las características avanzadas de seguridad y control protegen los clientes y los datos sensibles de la compañía. Las características de resistencia ante fallos y redundancia garantizan el funcionamiento de la red. Para una mejor administración gráfica con funcionalidades extendidas, se recomienda utilizar el 3Com Switch Manager. Para redes más pequeñas, se puede administrar el switch de forma gráfica con el 3Com Network Supervisor.

Finalizado el análisis de los equipos se puede observar que las características de los equipos Cisco superan en mayor parte a las de 3Com por lo que se utilizará esta marca de equipos para el planteamiento del diseño de la red y la demostración en emulador. En las figuras 18, 19, 20, 21 y 22 que se encuentran a continuación muestran el diseño de cada una de las Sedes de la ESPE, estos diseños fueron facilitados por el departamento de UTIC'S redes, estos diseños cuentan con equipos los mismos que si soportan nuestra propuesta de red MPLS para la ESPE.

DIAGRAMA FÍSICO DE LA RED – HÉROES DE CENEPa

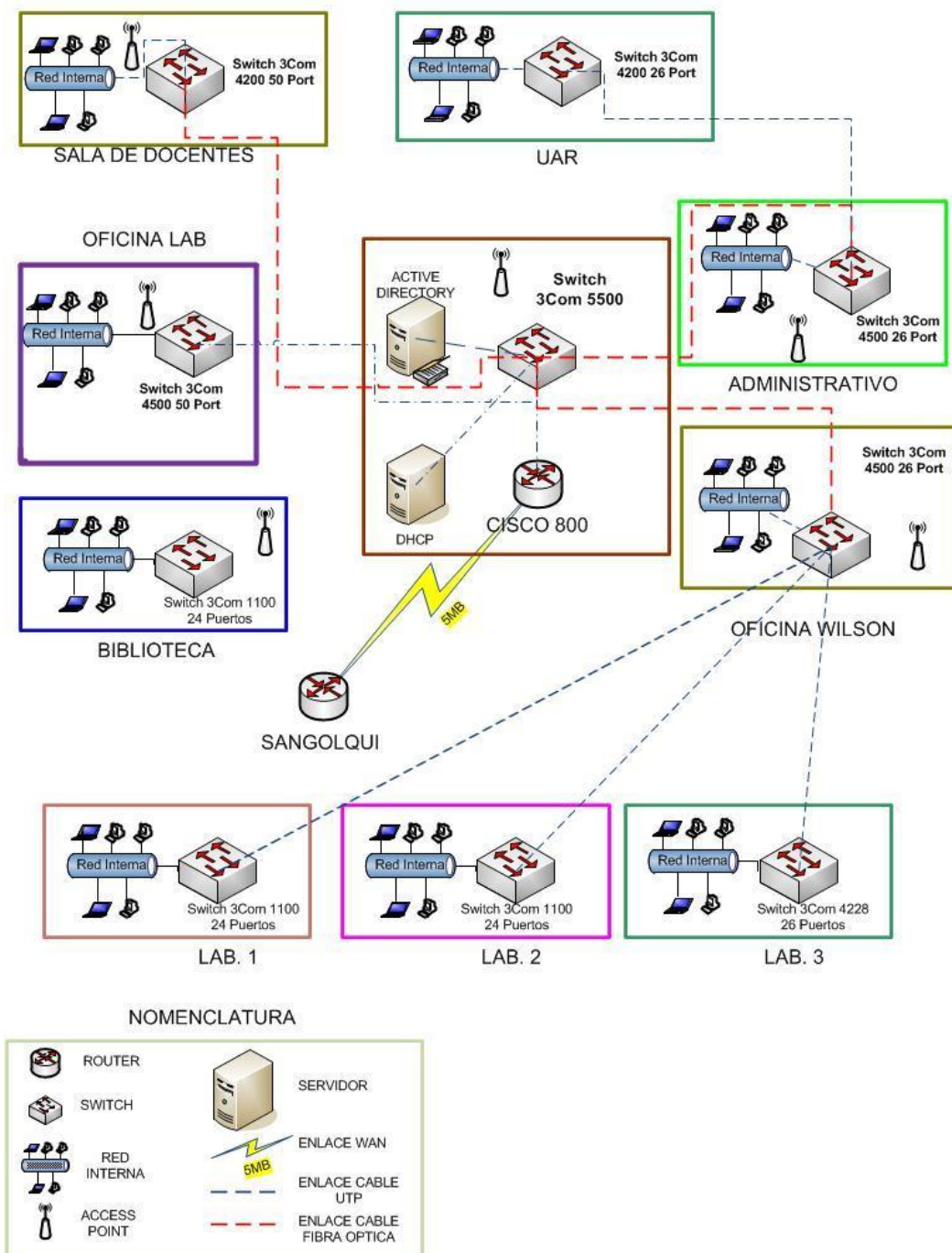


Figura 18. Diagrama Red Héros de Cenepa

DIAGRAMA DE RED DEPARTAMENTO DE LENGUAS

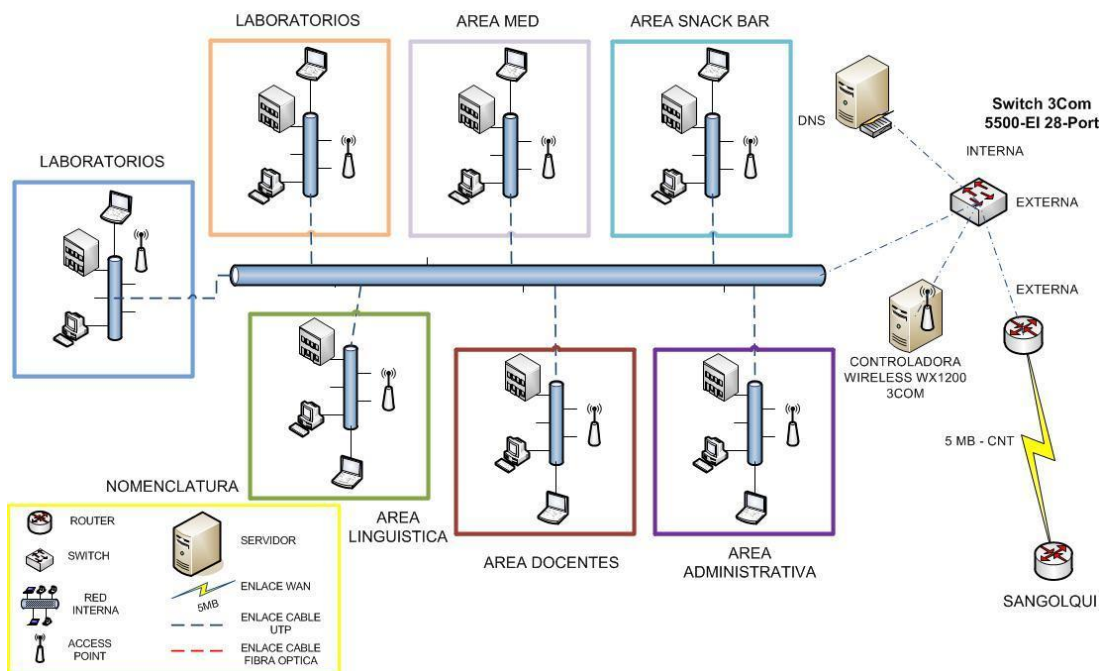


Figura 19. Diagrama Red Departamento de Lenguas

DIAGRAMA FÍSICO DE RED IASA I “Hacienda El Prado”

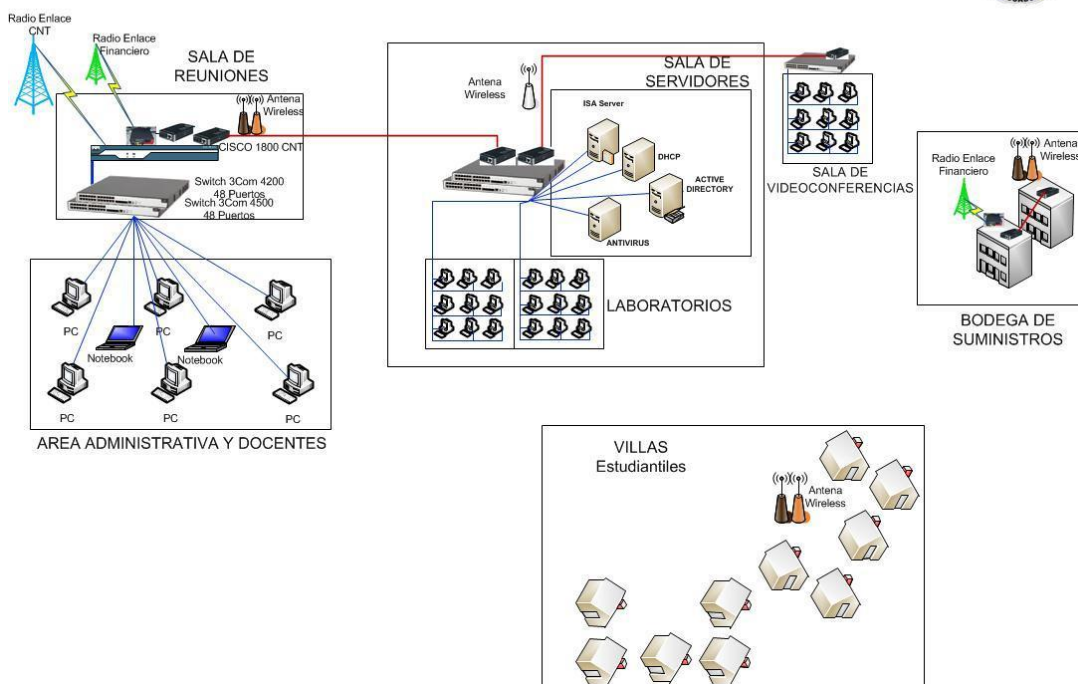


Figura 20. Diagrama Red IASA 1

DIAGRAMA DE RED – IASA II KM23

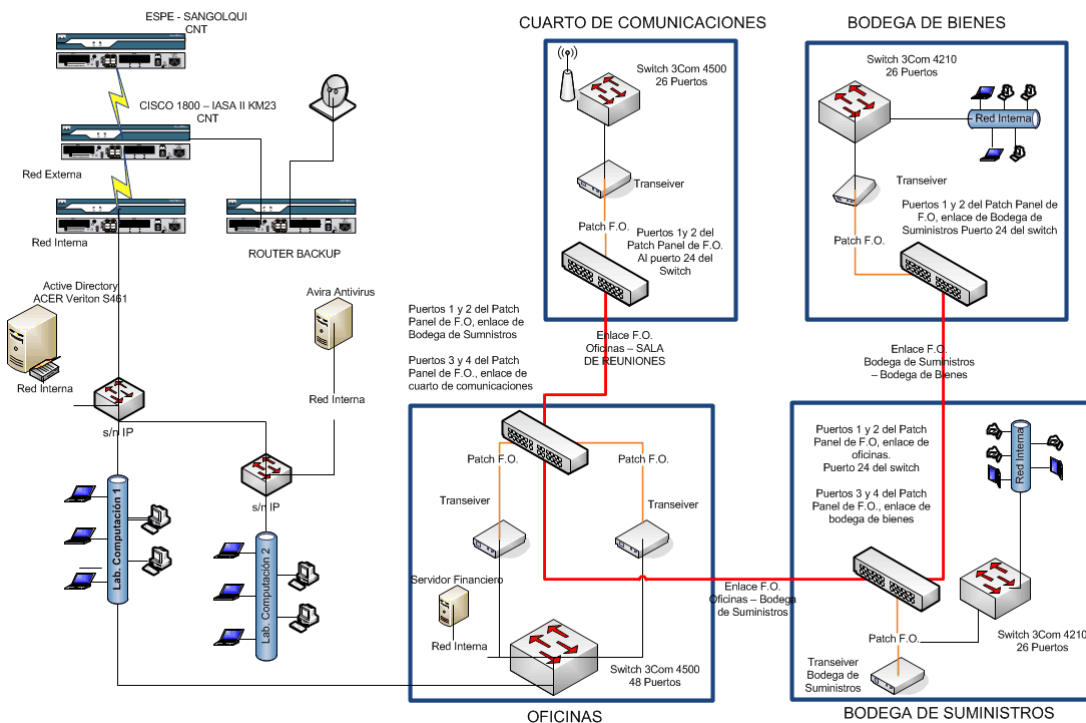


Figura 21. Diagrama de red IASA KM23

DIAGRAMA DE RED – IASA II KM35

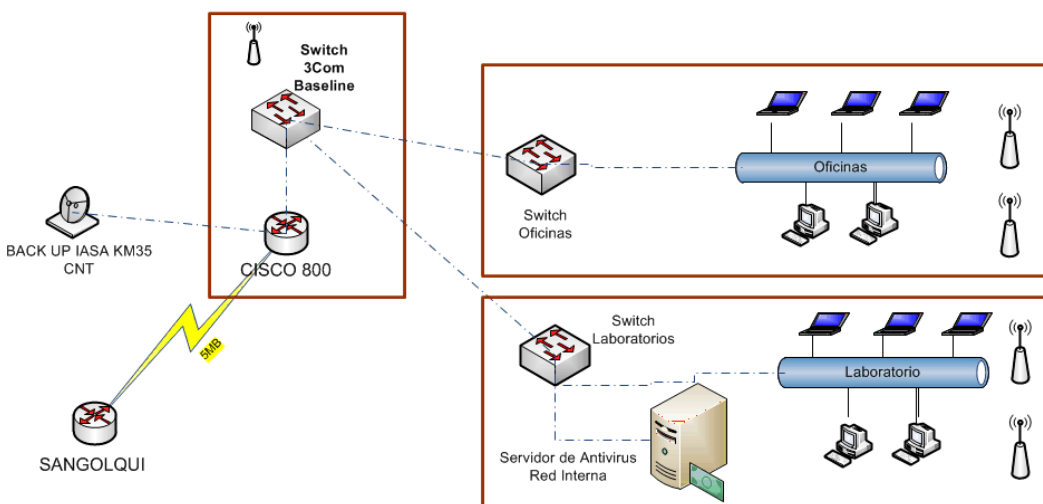


Figura 22 Diagrama de red IASA KM 35

5.5. Propuesta de Red de contribución para el canal de Tv Digital de la ESPE

En la figura 23 se puede observar nuestra propuesta de la de Red de contribución para el canal de Tv Digital de la ESPE, en esta configuración se propone una red MPLS, la misma que proporciona QoS en la transmisión de video streaming, adicionalmente nos ofrece priorización de tráfico y niveles de rendimiento diferenciado y escalabilidad, es decir, incrementar más sedes de una forma eficiente que en otras redes.

Para realizar las diferentes pruebas del diseño de la red se trabaja con software GNS3 que permite la emulación la transmisión de video, la característica principal de este software es que reconoce la configuración de los routers con sus respectivos sistemas operativos nativos (IOS) y se puede agregar al diseño máquinas virtuales, lo que nos da la posibilidad de utilizar diferentes sistemas operativos en los usuarios finales.

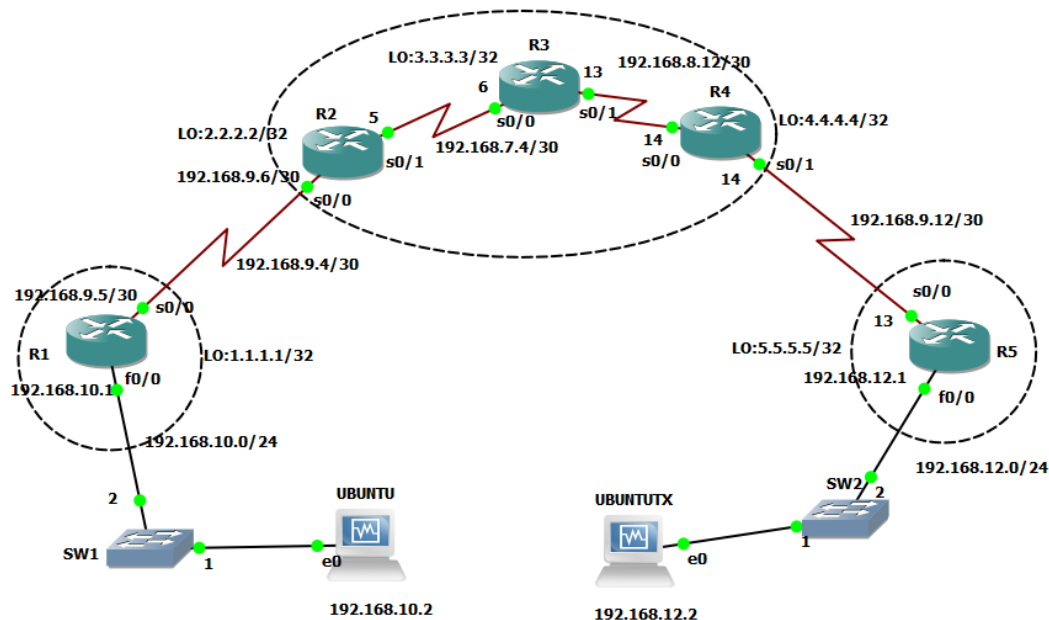


Figura 23 Diagrama propuesto de red MPLS ESPE

Como observamos en la figura 24 implementamos 2 máquinas virtuales con (SO Ubuntu versión 15) que representan los usuarios en 2 de las sedes de nuestra Universidad, router cisco de borde modelo 3725 los mismos que permiten trabajar con

MPLS los mismos que están configurados con los protocolos de enrutamiento eigrp, ospf y bgp estándares para establecer QoS respectivamente, las configuraciones de cada router está en el punto 5.5.1.1, para la red interna los routers R1 y R5 son los de borde de cada sede con protocolo eigrp. R2 y R4 son los de borde la red MPLS con los protocolos ospf de gateway interior para redes de gran tamaño, bgp protocolo de frontera, R3 enlace con los de borde con ospf de la red MPLS.

Para la inyección de tráfico se utiliza el software D-ITG instalado en las máquinas virtuales.

5.6. Pasos para Instalación D-ITG en Ubuntu

Previamente a la instalación del D-ITG se deben seguir estos pasos en cada máquina virtual:

- Sudo apt-get install synaptic.
- Abrimos el gestor de paquetes e instalamos:
 - Sun-java6-jre sudo apt-get install openjdk-6-jdk
 - \$ sudo add-apt-repository ppa:webupd8team/java
 - \$ sudo apt-get update
 - \$sudo apt-get install oracle-java7-installer
- Instalar los siguientes aplicativos:
 - G++
 - Octave3.0
- Ejecutar los siguientes comandos:
 - \$sudo apt-get install oracle-java6-installer
 - \$sudo apt-get install build-essential
 - \$sudo apt-get build-dep octave
 - \$sudo apt-get install sun-java6-plugin
- Una vez descargados los programas DITG 2.7.0-Beta2 y la interfaz gráfica D-ITG GUI 0.91.1 beta, se procede a instalar tanto el inyector de tráfico como la interfaz gráfica. Los archivos fueron descomprimidos y guardados en una carpeta root.

- Abrir un terminal del sistema para continuar con la instalación por línea de comando. En la carpeta src donde se encuentra el inyector de tráfico y lo copiamos mediante la instrucción:
 - `make`
 - `$ cd root/user/DITG/src`
 - `$ make`
- Luego se deben copiar los archivos ITG* y lib* de DITG/src al directorio: `usr/local` del sistema usando las instrucciones:
 - `cp /root/DITG/bin/ITG* /usr/local/bin`
 - `cp /root/DITG/bin/lib* /usr/local/lib`
- Se crea la carpeta logs en el directorio donde se encuentra la versión de DITG 2.7 instalada:
 - `mkdir /root/DITG/D-ITG-2.7.0-Beta2/logs`
- Dar todos los permisos a ITGGUI.jar ubicado en `/root/DITG/` para poder abrirlo y utilizarlo sin problemas, véase la siguiente figura 24:

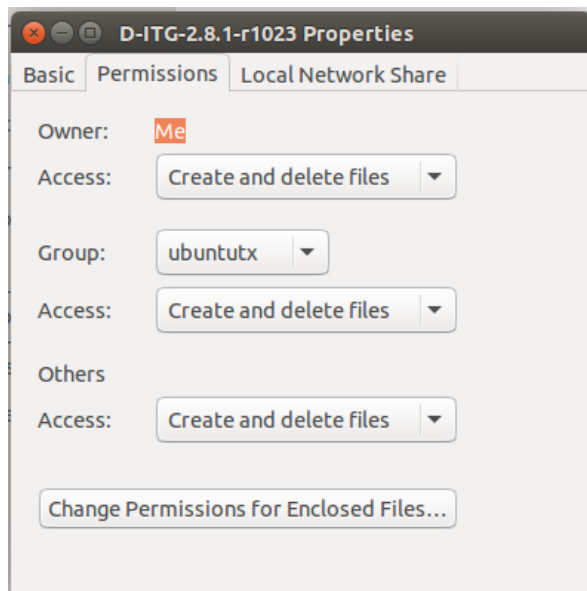


Figura 24. Permisos de lectura y escritura para ITGGUI.jar

Una vez instalado para ejecutar el programa D-ITG se debe escribir en la línea de comandos lo siguiente:

```
$ sudo su e ingresar la clave de super usuario
# cd /
# cd root
# cd D-ITG-2.8.1-r1023
# java -jar ITGGUI.jar // comando para ejecutar el programa
```

5.6.1. Configuración de los router del Esquema de prueba de inyección de tráfico en GNS3

5.6.1.1. Configuración R1

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname ESPE
boot-start-marker
boot-end-marker
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
no ip domain lookup
multilink bundle-name authenticated
archive
log config
hidekeys
ip tcp synwait-time 5
interface Loopback0
    ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
interface FastEthernet0/0
    ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
```



```
        duplex auto
        speed auto
interface Serial0/0
    ip address 192.168.9.5 255.255.255.252
    no fair-queue
    clock rate 2000000
router eigrp 100
    network 1.0.0.0
    network 192.168.9.0
    network 192.168.10.0
    network 0.0.0.0
    no auto-summary
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
control-plane
line con 0
    exec-timeout 0 0
    privilege level 15
    logging synchronous
line aux 0
    exec-timeout 0 0
    privilege level 15
    logging synchronous
line vty 0 4
    login
end
```

5.6.1.2. Configuración R2

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
```

```
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname IDIOMAS
boot-start-marker
boot-end-marker
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip vrf ESPEMPLS
rd 1:100
route-target export 1:100
route-target import 1:100
no ip domain lookup
mpls label range 20 25
multilink bundle-name authenticated
archive
log config
hidekeys
ip tcp synwait-time 5
interface Loopback0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
interface Serial0/0
    ip vrf forwarding ESPEMPLS
    ip address 192.168.9.6 255.255.255.252
    no fair-queue
    clock rate 2000000
interface Serial0/1
    ip address 192.168.7.5 255.255.255.252
    mpls ip
    clock rate 2000000
```

```
router eigrp 1
  auto-summary
address-family ipv4 vrf ESPEMPLS
  redistribute bgp 1 metric 4000 100 100 1 1500
  network 192.168.9.0
  no auto-summary
  autonomous-system 100
exit-address-family
router ospf 1
  log-adjacency-changes
  network 2.2.2.0 0.0.0.0 area 0
  network 192.168.7.0 0.0.0.3 area 0
router bgp 1
  no synchronization
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 4.4.4.4 remote-as 1
  neighbor 4.4.4.4 update-source Loopback0
no auto-summary
address-family vpnv4
  neighbor 4.4.4.4 activate
  neighbor 4.4.4.4 send-community both
exit-address-family
address-family ipv4 vrf ESPEMPLS
  redistribute eigrp 100
  no synchronization
  exit-address-family
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
mpls ldp router-id Loopback0
control-plane
```

```
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
login
end
```

5.6.1.3. Configuración R3

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname Proveedor
boot-start-marker
boot-end-marker
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
no ip domain lookup
mpls label range 30 35
multilink bundle-name authenticated
archive
log config
hidekeys
ip tcp synwait-time 5
```

```
interface Loopback0
    ip address 3.3.3.3 255.255.255.255
interface Serial0/0
    ip address 192.168.7.6 255.255.255.252
    mpls ip
    clock rate 2000000
interface Serial0/1
    ip address 192.168.8.13 255.255.255.252
    mpls ip
    clock rate 2000000
router ospf 1
    log-adjacency-changes
    network 3.3.3.0 0.0.0.0 area 0
    network 192.168.7.0 0.0.0.3 area 0
    network 192.168.8.0 0.0.0.3 area 0
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
control-plane
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
end
```

5.6.1.4. Configuración R4

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname Stodomingo
boot-start-marker
boot-end-marker
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
ip vrf ESPEMPLS
rd 1:100
    route-target export 1:100
    route-target import 1:100
no ip domain lookup
mpls label range 40 45
multilink bundle-name authenticated
archive
log config
hidekeys
ip tcp synwait-time 5
interface Loopback0
    ip address 4.4.4.4 255.255.255.255
interface Serial0/0
    ip address 192.168.8.14 255.255.255.252
    mpls ip
    clock rate 2000000
interface Serial0/1
    ip vrf forwarding ESPEMPLS
```

```
        ip address 192.168.9.14 255.255.255.252
        clock rate 2000000
router eigrp 1
    auto-summary
    address-family ipv4 vrf ESPEMPLS
    redistribute bgp 1 metric 4000 100 100 1 1500
    network 192.168.9.0
    no auto-summary
    autonomous-system 100
exit-address-family
router ospf 1
    log-adjacency-changes
    network 4.4.4.4 0.0.0.0 area 0
    network 192.168.8.12 0.0.0.3 area 0
router bgp 1
    no synchronization
    bgp log-neighbor-changes
    neighbor 2.2.2.2 remote-as 1
    neighbor 2.2.2.2 update-source Loopback0
    no auto-summary
address-family vpnv4
    neighbor 2.2.2.2 activate
    neighbor 2.2.2.2 send-community both
exit-address-family
address-family ipv4 vrf ESPEMPLS
    redistribute eigrp 100
    no synchronization
exit-address-family
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
```

```
mpls ldp router-id Loopback0
control-plane
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
end
```

5.6.1.5. Configuración R5

```
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
hostname LATACUNGA
boot-start-marker
boot-end-marker
no aaa new-model
memory-size iomem 5
no ip icmp rate-limit unreachable
ip cef
no ip domain lookup
multilink bundle-name authenticated
archive
log config
hidekeys
ip tcp synwait-time 5
interface Loopback0
```



```
        ip address 5.5.5.5 255.255.255.255
interface FastEthernet0/0
        ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
        duplex auto
        speed auto
interface Serial0/0
        ip address 192.168.9.13 255.255.255.252
        no fair-queue
        clock rate 2000000
router eigrp 100
        network 5.0.0.0
        network 192.168.9.0
        network 192.168.12.0
        network 0.0.0.0
        no auto-summary
ip forward-protocol nd
no ip http server
no ip http secure-server
control-plane
line con 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line aux 0
exec-timeout 0 0
privilege level 15
logging synchronous
line vty 0 4
end
```

5.6.1.6. Configuración de Tarjetas de Red Máquinas Virtuales

En las figuras 25 y 26 podemos ver la configuración de las tarjetas de red asignando IP estáticas para cada máquina virtual tanto para el transmisor (IP 192.168.12.2) como para el receptor (IP 192.168.12.2).

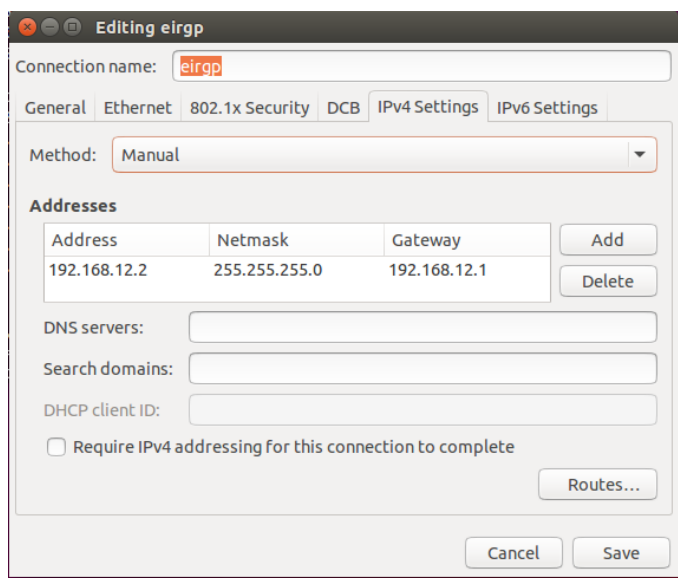


Figura 25 Configuración de la tarjeta de red Transmisor

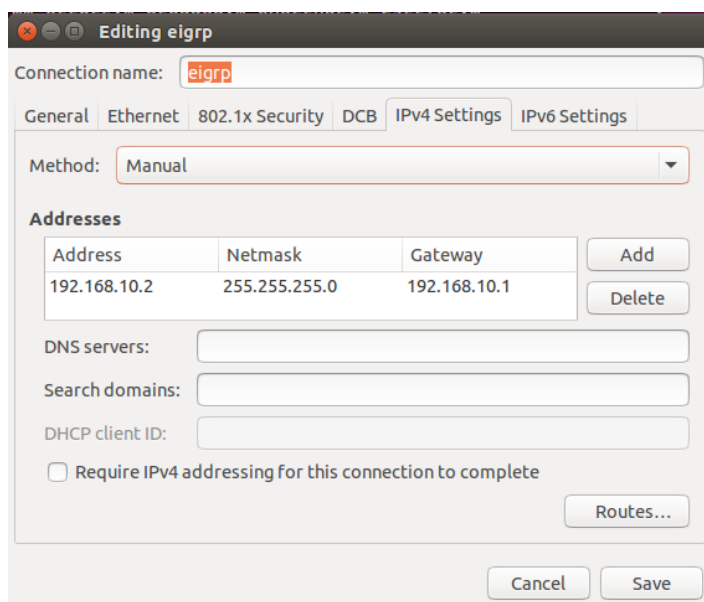


Figura 26 Configuración tarjeta de red Receptor

5.6.1.7. Configuración de los parámetros D-ITG

Para las pruebas de campo se utilizaron los siguientes parámetros Routers cisco 3725 con un AB 4000 Mbps (bgp 1 metric 4000 100 100 1 1500) ver figura 27.

Configuración de Transmisor Define Flow:

- Meter: round trip time.
- Duración: 60 segundos.
- Target host: La IP del Receptor.

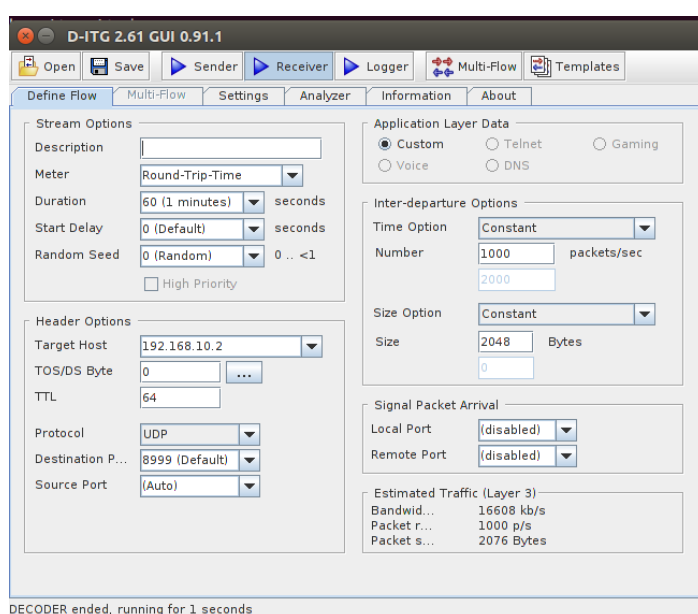


Figura 27 Configuración Receptor D-ITG Define Flow

- Opciones de recepción el número de paquetes por segundo que se transmitirán favor ver tabla 7.
- Size option: el número de bytes también será variado favor ver tabla 7.

Configuración de Receptor Define Flow:

- Meter: round trip time.
- Duracion: 60 segundos.
- Target host: localhost.
- Opciones de recepción el número de paquetes por segundo que se transmitirán ver tabla 7.

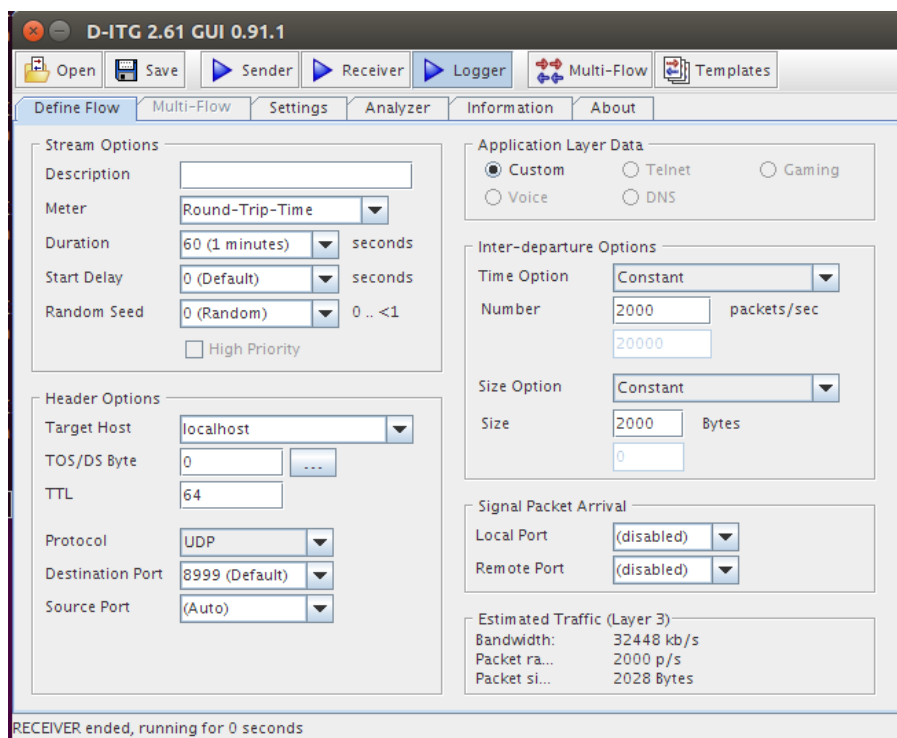


Figura 28 Configuración Transmisor D-ITG Define Flow

Configuración de la pestaña Settings tanto para el receptor y transmisor ver figura 29:

- Binary directory: path de la aplicación /root/D-ITG-2.8.1-r1023/bin
- Logging directory: path donde la carpeta logs //root/D-ITG-2.8.1-r1023/logs
- Local receiver options: Local
- Logging file: Un nombre que se puede dar al archivo log

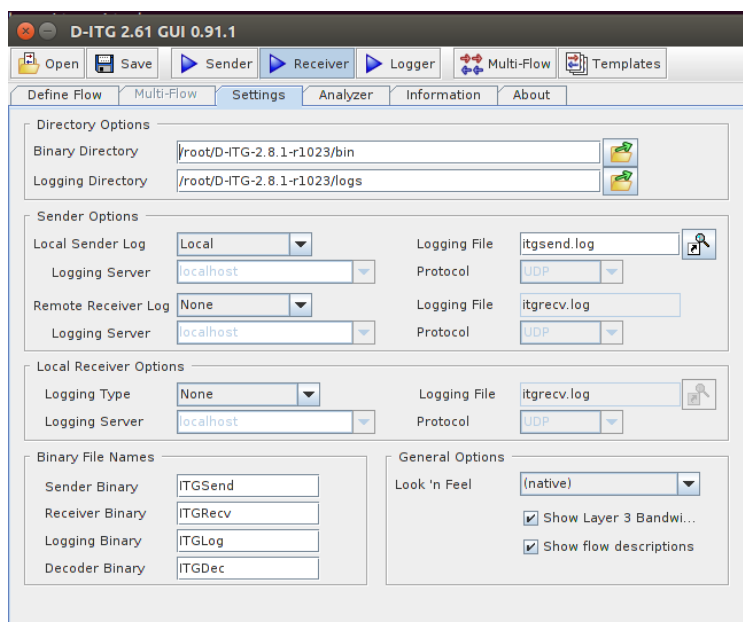


Figura 29 Configuración pestaña setting D-ITG

En la pestaña **Analyzer**.- Input file: el path donde se guardaron los logs, en la opción plot files para generar los archivos bitrate.dat, delay.dat, packetloss.dat y jitter.dat, los mismos que luego servirán para realizar los gráficos y hacer la interpretación de los resultados, al activar la opción Run Analyzer automatic nos permite que una vez finalizado la inyección de trafico proceda a correr el analizador ver figura 30.

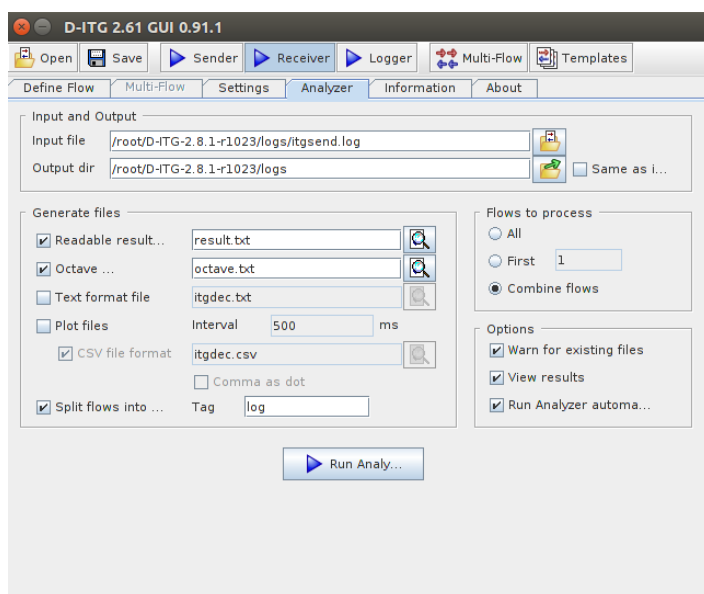


Figura 30 Configuración Pestaña Analyzer

5.7. Pruebas y Análisis de Resultados

Para la primera prueba para verificar el enlace de los dispositivos que conforma nuestra red es realizar un ping en la red MPLS interna y, luego entre los host de toda nuestra red.

5.7.1. Prueba del enlace entre los dispositivos red MPLS

En la red MPLS se realiza un ping desde el router R2 192.168.7.5 hasta R4 ping 192.168.8.12, para comprobar la conexión interna figura 31, el resultado del ping se puede observar en la figura 32.

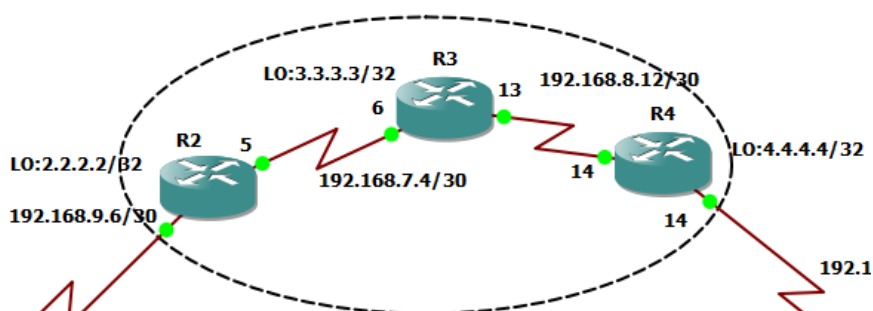


Figura 31. Red MPLS Emulación

```

R2
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
IDIOMAS#ping 192.168.8.12

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.8.12, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/16 ms
IDIOMAS#ping 192.168.8.12

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.8.12, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/12 ms
IDIOMAS#

R4
*Mar 1 00:00:13.215: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet1/0, changed s
*Mar 1 00:00:14.179: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Seria
*Mar 1 00:00:14.215: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastE
*Mar 1 00:00:28.151: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 3.3.3.3:0 (1) is UP
*Mar 1 00:01:16.047: %BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 2.2.2.2 Up
Stodomingo#ping 192.168.7.5

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.7.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
Stodomingo#

```

Figura 32 Prueba de Ping de la red interna MPLS

Una vez comprobada la red interna MPLS, se verifica el enlace de nuestra red WAN desde el equipo Ubuntutx que representa la sede Sangolquí con la dirección IP 192.168.12.2 hasta el equipo Ubuntu que representa la sede Latacunga con la dirección IP 192.168.10.2 como se muestra en la figura 33 muestra que el comando ping fue exitoso.

The image shows two side-by-side terminal windows from Oracle VM VirtualBox. The left window is titled 'UBUNTU [Corriendo] - Oracle VM VirtualBox' and shows the output of the 'ifconfig' command for the 'eth0' and 'lo' interfaces. The 'eth0' interface has IP 192.168.10.2 and is connected to the network. The 'lo' interface has IP 127.0.0.1. Below the configuration, a 'ping' command is executed to reach 192.168.12.2, showing successful results with 64 bytes of data and response times around 16-17 ms.

```

ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ifconfig
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:bf:d1:7f
        inet addr:192.168.10.2  Bcast:192.168.10.255  Mask:255.255.255
        inet6 addr: fe80::a00:27ff:feb7:d17f/64 Scope:Link
        UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
        RX packets:24 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:100 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:2238 (2.2 KB)  TX bytes:12710 (12.7 KB)

lo      Link encap:Local Loopback
        inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
        inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
        UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
        RX packets:30581 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:30581 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:0
        RX bytes:2480181 (2.4 MB)  TX bytes:2480181 (2.4 MB)

ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ping 192.168.12.2
PING 192.168.12.2 (192.168.12.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 192.168.12.2: icmp_seq=1 ttl=59 time=17.6 ms
64 bytes from 192.168.12.2: icmp_seq=2 ttl=59 time=16.9 ms
64 bytes from 192.168.12.2: icmp_seq=3 ttl=59 time=16.3 ms

```

The right window is titled 'UBUNTUTX [Corriendo] - Oracle VM VirtualBox' and shows similar 'ifconfig' output for the 'eth0' and 'lo' interfaces. The 'eth0' interface has IP 192.168.12.2. Below, a 'ping' command is executed to reach 192.168.10.2, showing successful results with 64 bytes of data and response times around 21-22 ms.

```

ubuntutx@ubuntutx-VirtualBox:~$ ifconfig
eth0    Link encap:Ethernet  HWaddr 08:00:27:0f:ea:e1
        inet addr:192.168.12.2  Bcast:192.168.12.255  Mask:255.255.255
        inet6 addr: fe80::a00:27ff:fe0f:ea:e1/64 Scope:Link
        UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
        RX packets:41 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:117 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:1000
        RX bytes:3690 (3.6 KB)  TX bytes:14513 (14.5 KB)

lo      Link encap:Local Loopback
        inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
        inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
        UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
        RX packets:30257 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
        TX packets:30257 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
        collisions:0 txqueuelen:0
        RX bytes:2453975 (2.4 MB)  TX bytes:2453975 (2.4 MB)

ubuntutx@ubuntutx-VirtualBox:~$ ping 192.168.10.2
PING 192.168.10.2 (192.168.10.2) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 192.168.10.2: icmp_seq=1 ttl=59 time=21.5 ms
64 bytes from 192.168.10.2: icmp_seq=2 ttl=59 time=22.4 ms
64 bytes from 192.168.10.2: icmp_seq=3 ttl=59 time=16.8 ms

```

Figura 33. Ping entre host de la red MPLS

Determinada la conexión de la red de contribución en GNS3, procedemos a realizar las pruebas de envío de tráfico en la misma que utilizaremos distintos valores como muestran en la tabla 7, paquetes por segundo a ser enviados, variando desde 1000 a 30000 y el número de bytes de cada paquete (256, 512, 1024, 2048), estos valores que nos permitirán obtener los resultados de cada uno y hacer los gráficos para poder realizar el análisis de resultados respectivo, además en la misma tabla se muestra el ancho de banda requerido para cada uno de los escenarios, y como se observa para valores superiores de 5000 el AB es muy alto esto pero permitirá analizar una posible saturación de canal y determinar el máximo posible a ser transmitido.

Tabla 6

Escenarios para la inyección de tráfico con I D-ITG, AB requerido

Número de Paquetes /s	Bytes			
	256	512	1024	2048
1000	2272 kb/s	4320 kb/s	8416 kb/s	16680 kb/s
2000	4544 kb/s	8640 kb/s	16832 kb/s	33216 kb/s
5000	11360 kb/s	21600 kb/s	42080 kb/s	83040 kb/s
15000	34080 kb/s	64800 kb/s	126240 kb/s	249120 kb/s
30000	61160 kb/s	129600 kb/s	254480 kb/s	498240 kb/s

En las figuras 34, 35, 36 y 37 observamos los resultados para una de la inyección de tráfico desde 1000 paquetes por segundo y variando los bytes desde 256, 512, 1024, hasta 2048, las mismas que nos permitirán realizar el análisis de resultados.

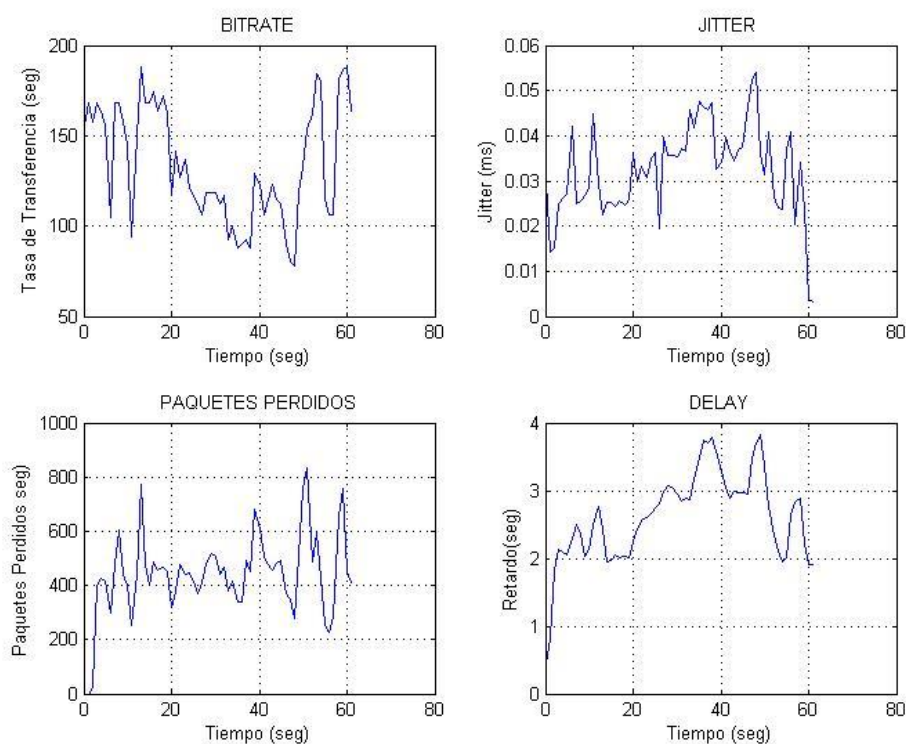


Figura 34. Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s, 256 bytes

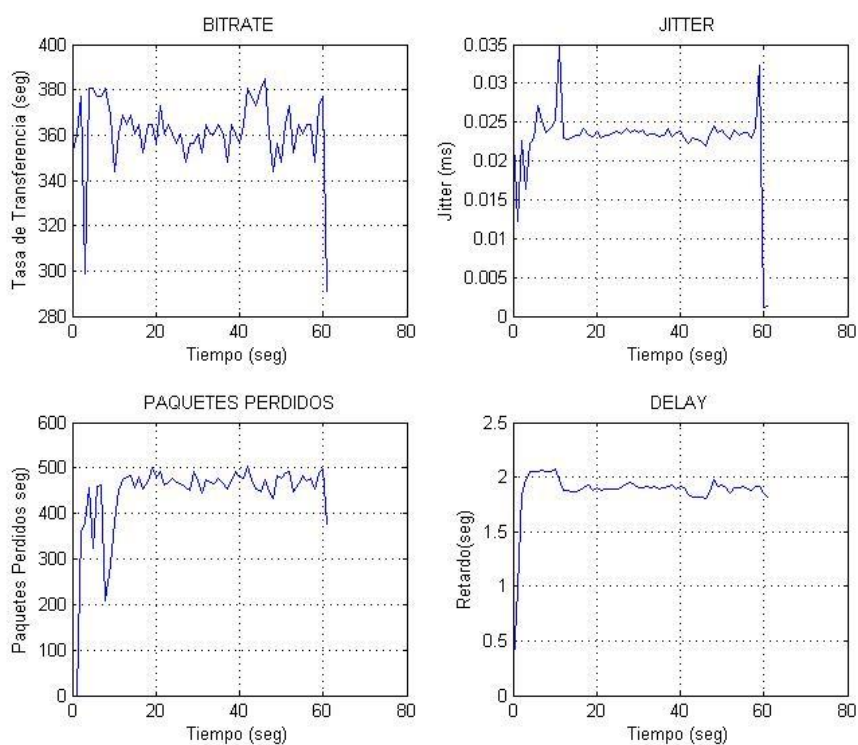


Figura 35 Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s, 512 bytes

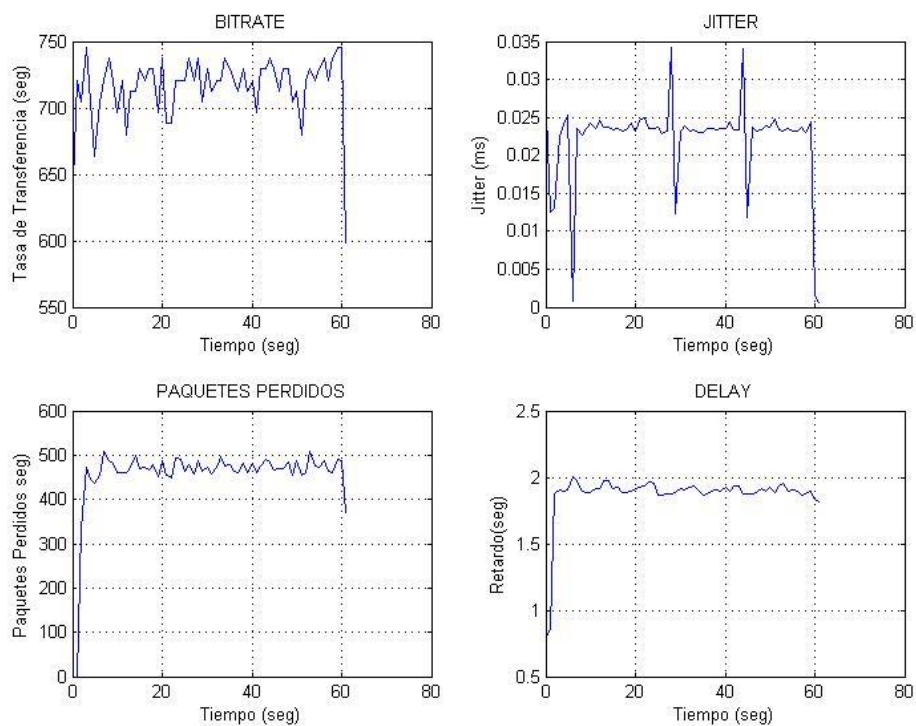


Figura 36 Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s 1024 bytes

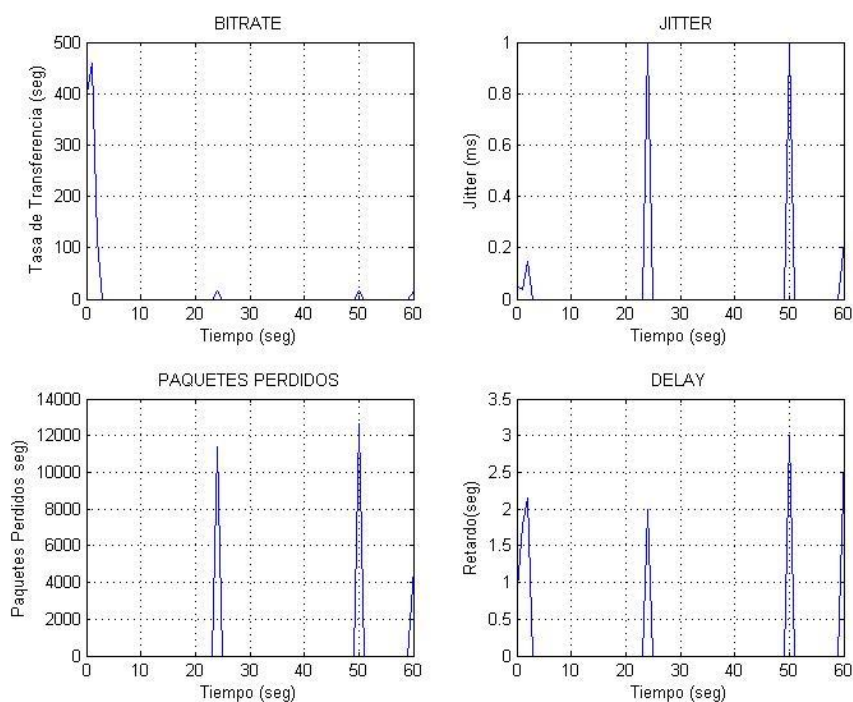


Figura 37 Resultados de Inyección de tráfico de 1000 paquetes/s 2048 bytes

En las figuras 38, 39, 40 y 41 observamos los resultados de las inyección de tráfico con 2000 paquetes por segundo y variando de 256, 512, 1024, 2048 bytes.

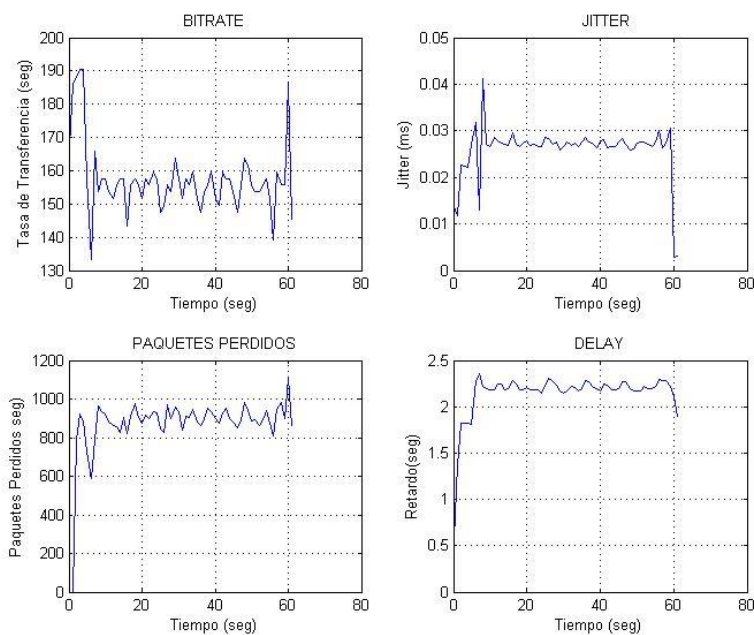


Figura 38 Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s 256 bytes

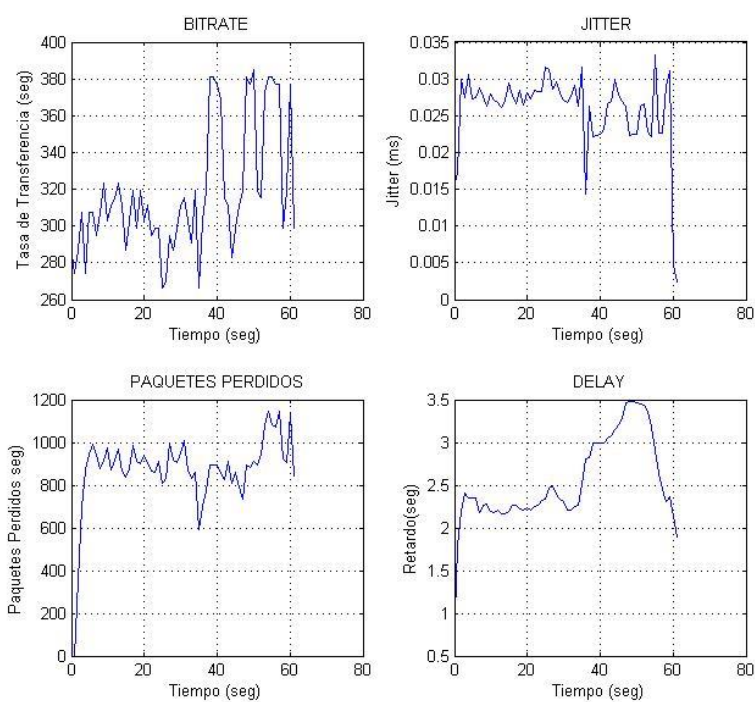


Figura 39 Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s 512 bytes

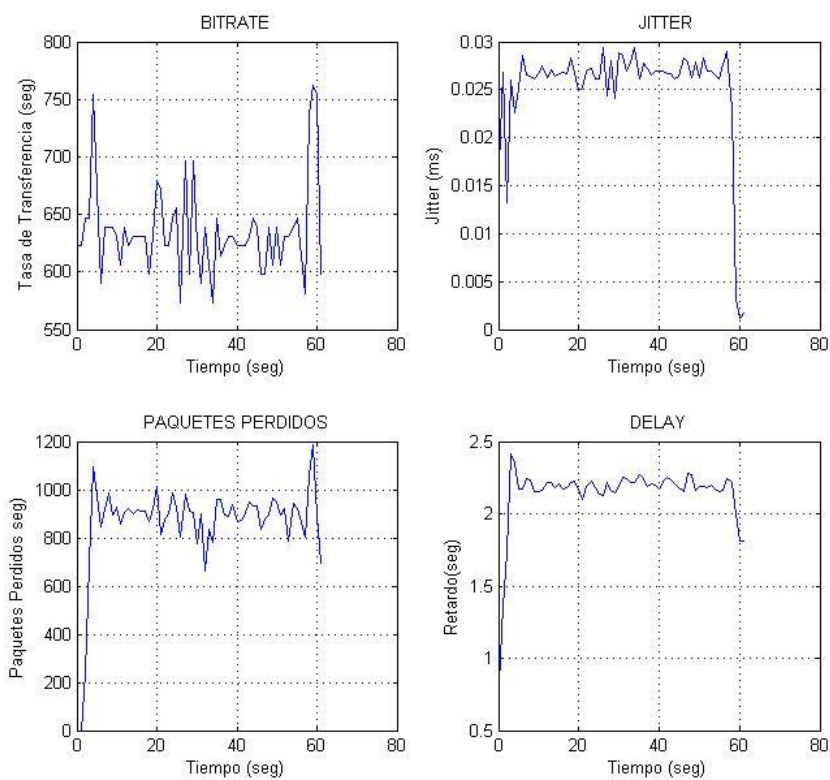


Figura 40 Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s 1024 bytes

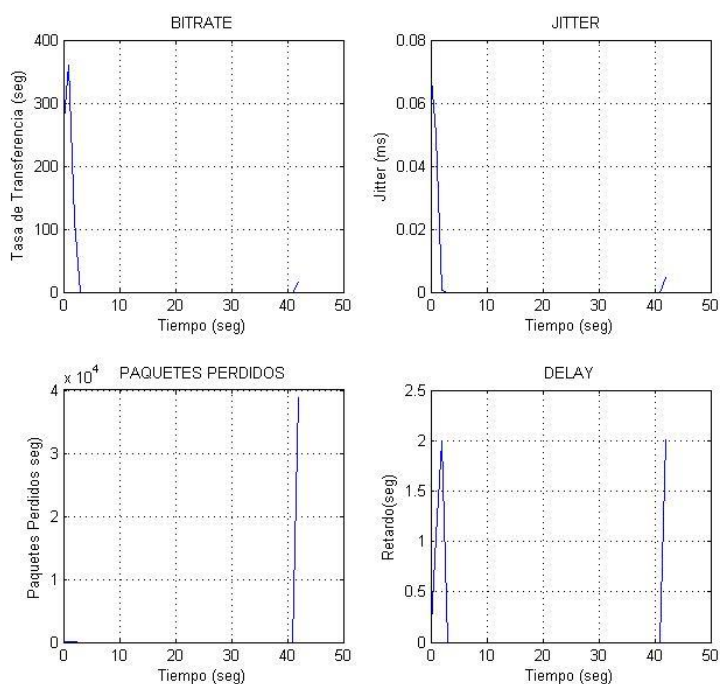


Figura 41. Resultados de Inyección de tráfico de 2000 paquetes/s y 2048 bytes

En las figuras 42, 43, 44 y 45 se observa los resultados de las inyección de tráfico con 5000 paquetes por segundo y variando de 256, 512, 1024, 2048 bytes.

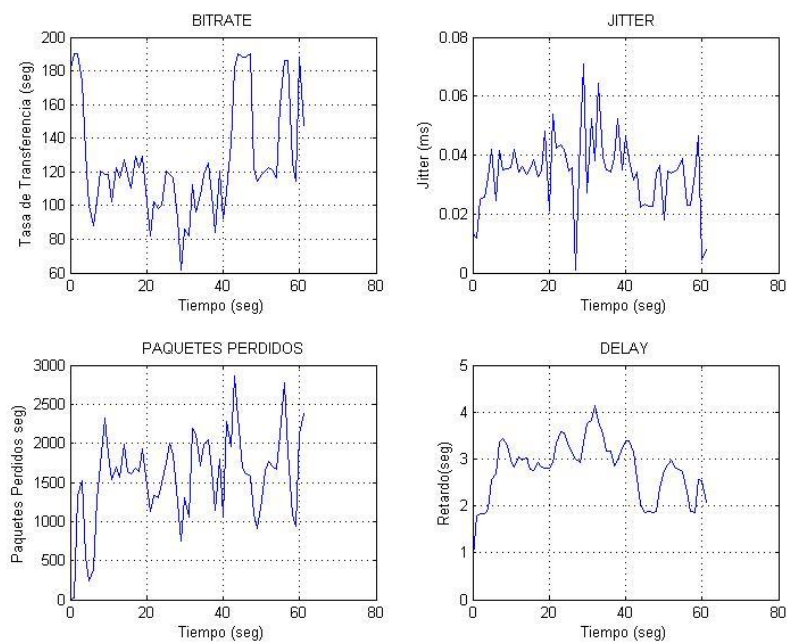


Figura 42. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s y 256 bytes

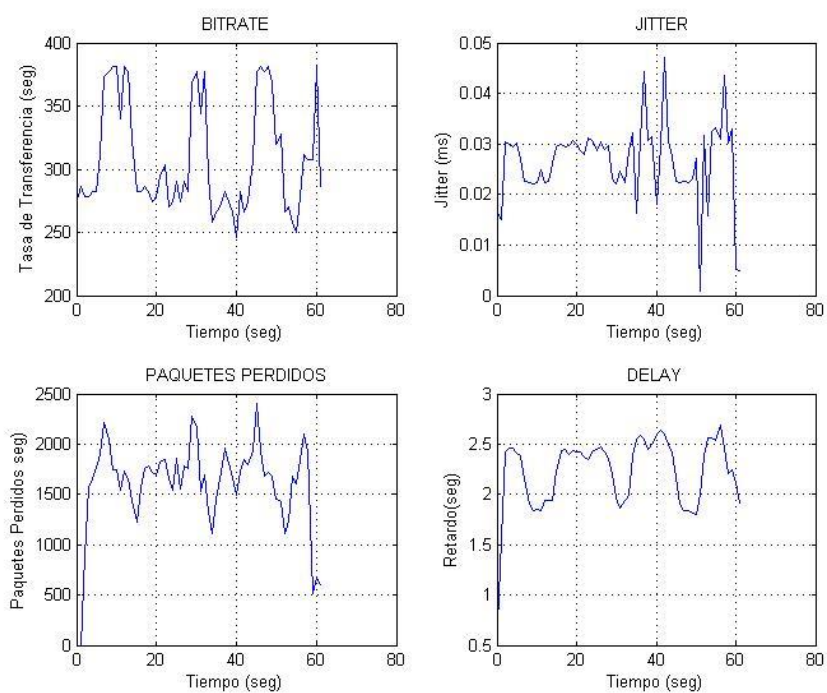


Figura 43. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s y 512 bytes

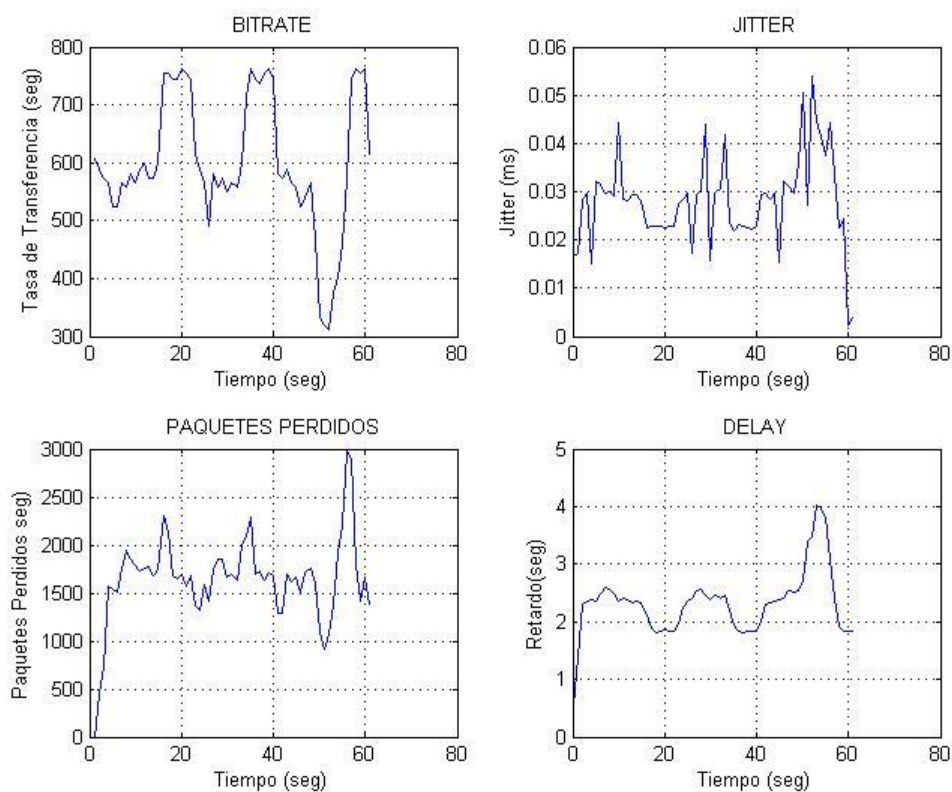


Figura 44. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s 1024 bytes

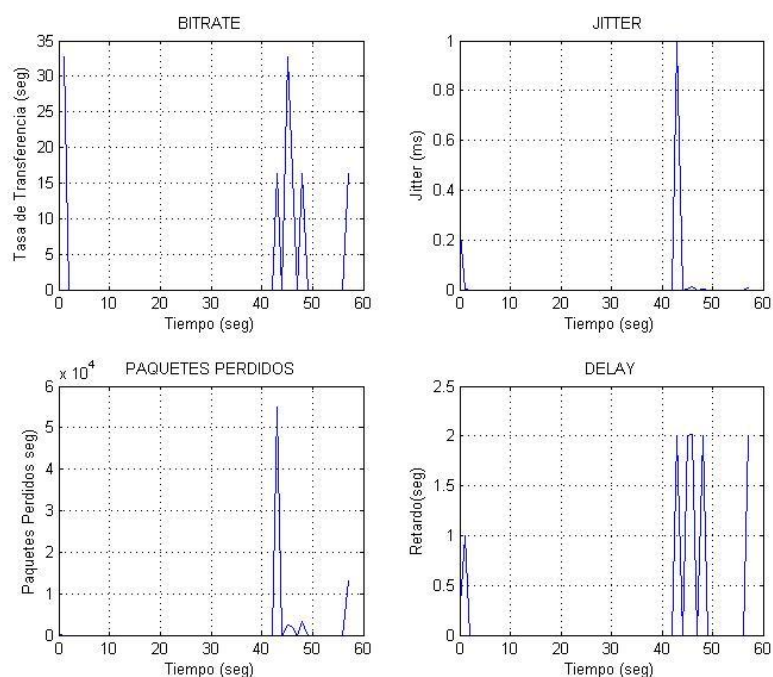


Figura 45. Resultados de Inyección de tráfico de 5000 paquetes/s y 2048 bytes

En las figuras 46, 47, 48 y 49 observamos los resultados de las inyección de tráfico con 15000 paquetes por segundo y variando de 256, 512, 1024, 2048 bytes.

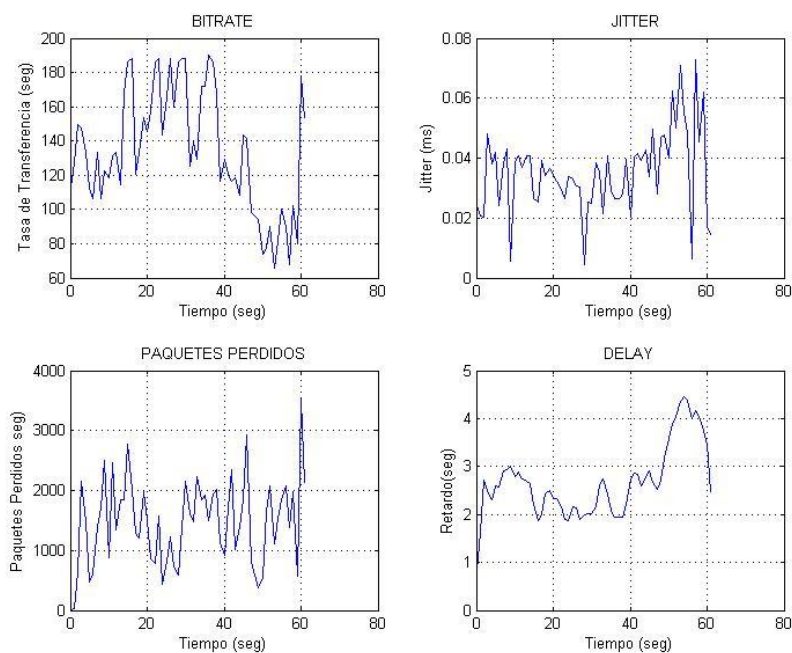


Figura 46. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s y 256 bytes

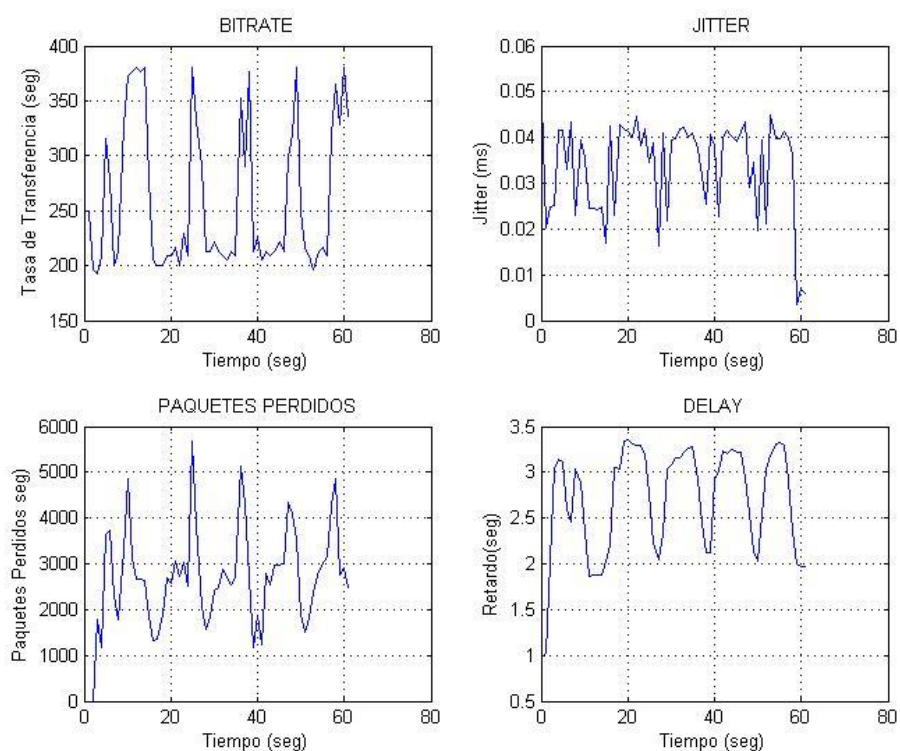


Figura 47. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s y 512 bytes

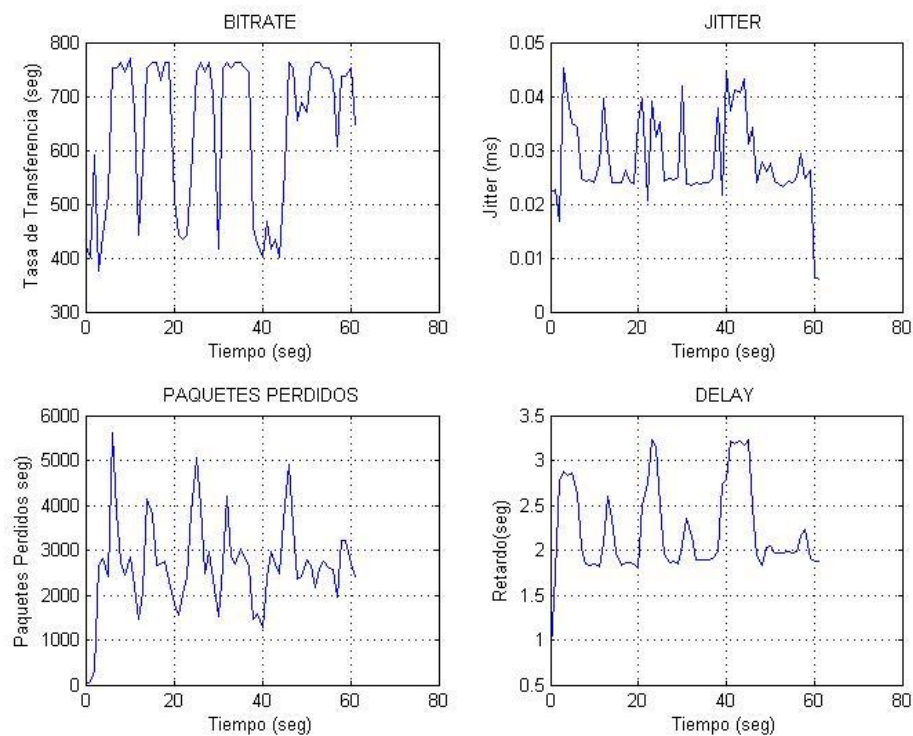


Figura 48. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s 1024 bytes

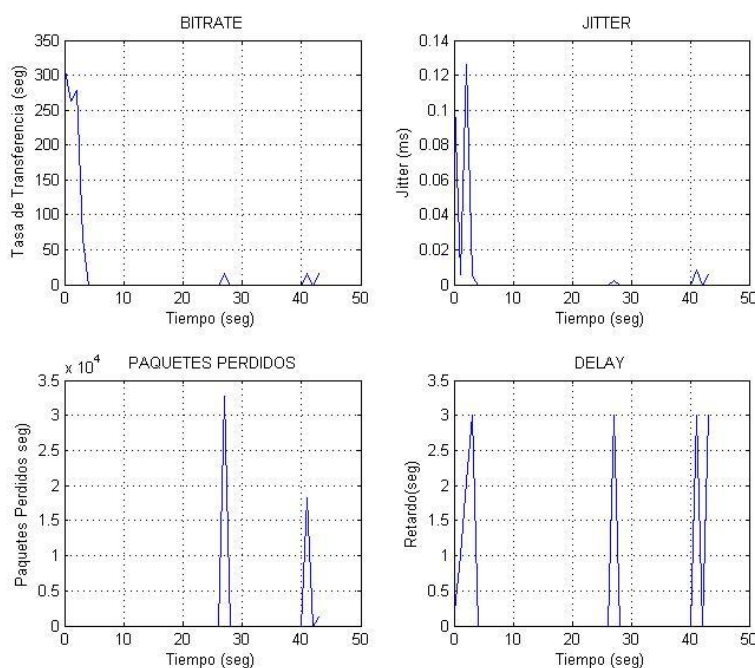


Figura 49. Resultados de Inyección de tráfico de 15000 paquetes/s y 2048 bytes

En las figuras 50, 51, 52 y 53 observamos los resultados de las inyección de tráfico con 30000 paquetes por segundo y variando de 256, 512, 1024, 2048 bytes.

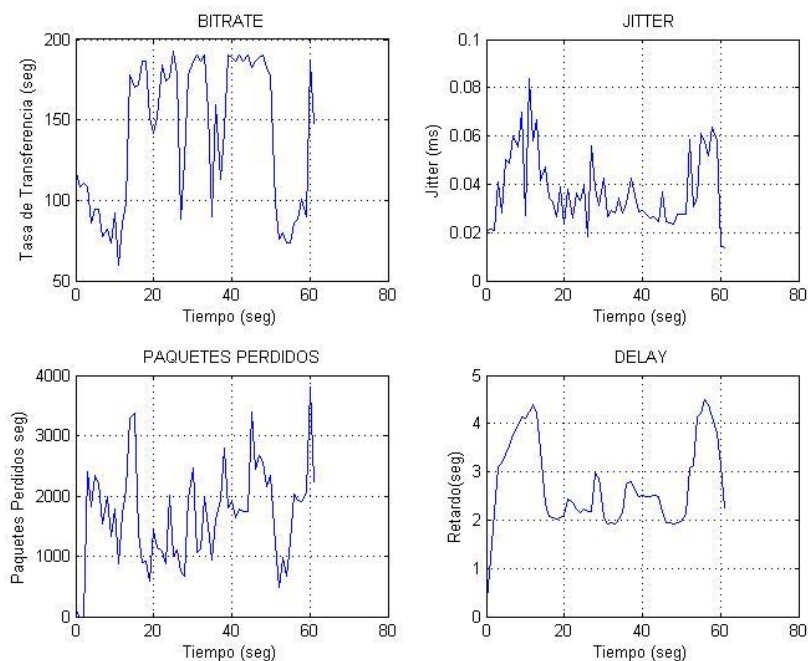


Figura 50. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paquetes/s 256 bytes

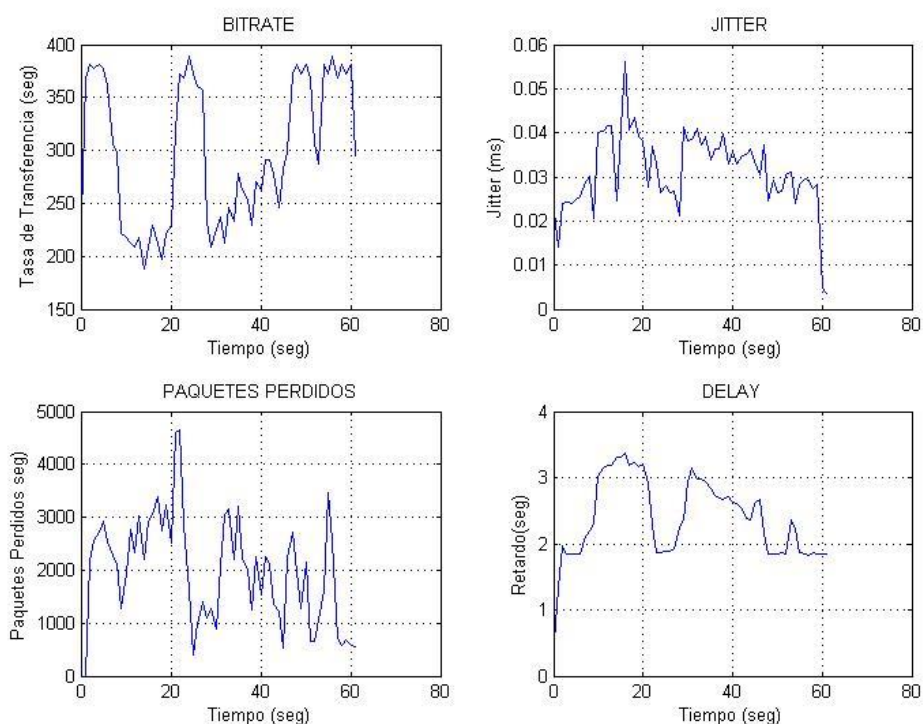


Figura 51. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paq/s 512 bytes

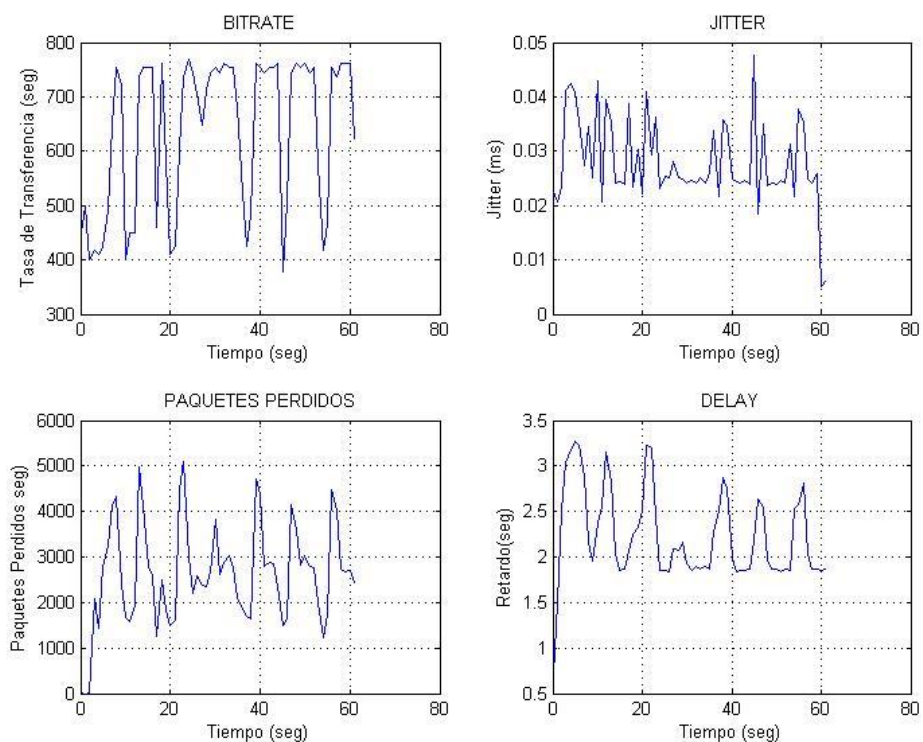


Figura 52. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paquetes/s 1024 bytes

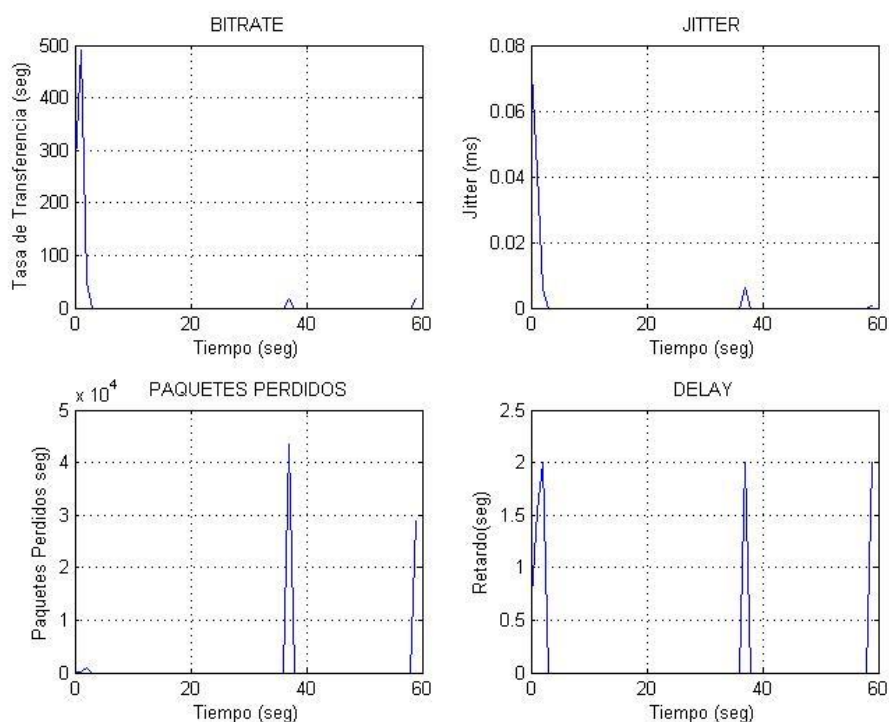


Figura 53. Resultados de Inyección de tráfico de 30000 paquetes/s 2048 bytes

5.8. Análisis de Resultados

Como se puede observar en todas las mediciones cuando trabajamos con 2048 bytes, como conclusión satura el canal de transmisión, por lo que para los gráficos posteriores no se tomara en cuenta esta medición. Se hace pruebas con gran cantidad de paquetes de datos para determinar el límite que soportará la red. Se presentará una comparación de cada uno de los resultados del Delay, Jitter, Bitrate (throughput), y paquetes perdidos, por cada número de bytes transmitidos.

El Delay o retardo es el tiempo en que se tarda un paquete de datos en ir desde el origen hacia el destino en una transmisión. El Delay es también conocido como la latencia, las causas que determina este retardo son que los datos que fluyen de un origen a un destino, pasan por una gran cantidad de componentes y cada uno tiene sus propias características que están dadas generalmente por la velocidad de procesamiento y la capacidad de almacenamiento.

En la figura 54 se puede observar la comparación de envío de 1000 paquetes con diferentes tamaños en bytes (256, 512, 1024) respectivamente, siendo el de 1024 bytes el que menor retardo representa, es decir es conveniente el envío de 1000 paquetes con un tamaño de 1024 bytes cada uno.

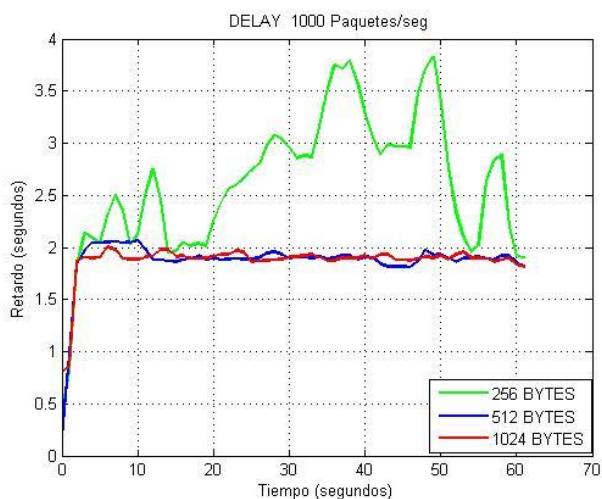


Figura 54. Delay para envío 1000 paquetes / segundo

La figura 55 se muestra el envío de 2000 paquetes, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa que los paquetes que tienen un tamaño 1024 bytes son los que menor retardo, también los paquetes con un tamaño de 256 bytes, se comportan de una manera muy similar.

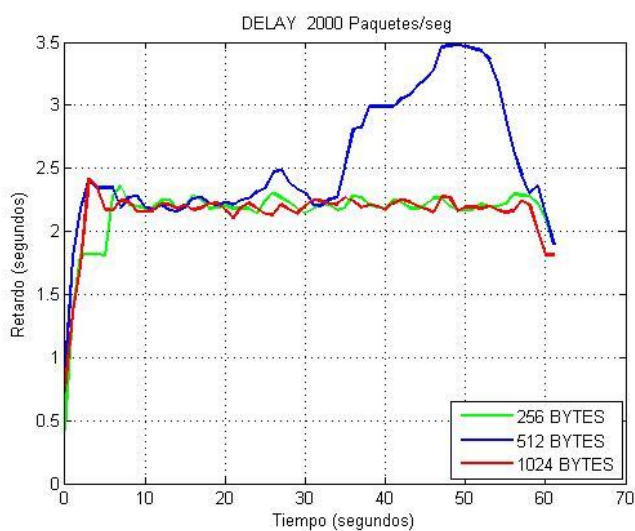


Figura 55. Delay para envío 2000 paquetes / segundo

La figura 56 muestra el envío de 5000 paquetes, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa que los paquetes que tienen un tamaño 1024 bytes son los que menor retardo, adicionalmente se observa un pico en los 10 últimos segundos de la transmisión, donde el retardo aumenta considerablemente hasta llegar a los 4 segundos.

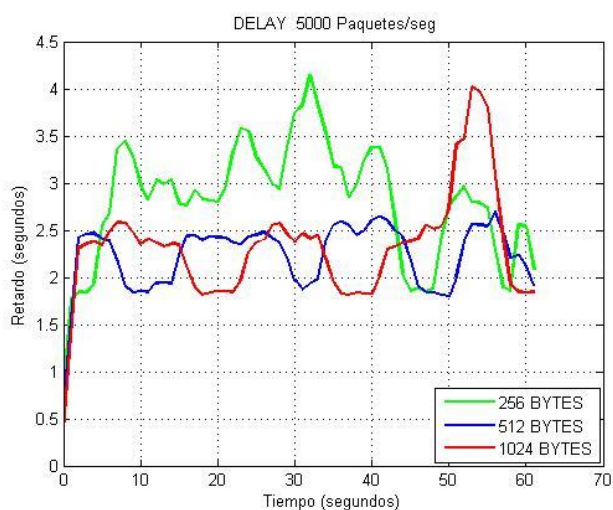


Figura 56. Delay para envi3 5000 paquetes / segundo

La figura 57 muestra el envi3 de 15000 paquetes, variando de igual forma el tama3o de cada uno, se observa que los paquetes que tienen un tama3o 1024 bytes son los que menor retardo, adicionalmente existen demasiados picos en donde el retardo no se comporta de una manera uniforme.

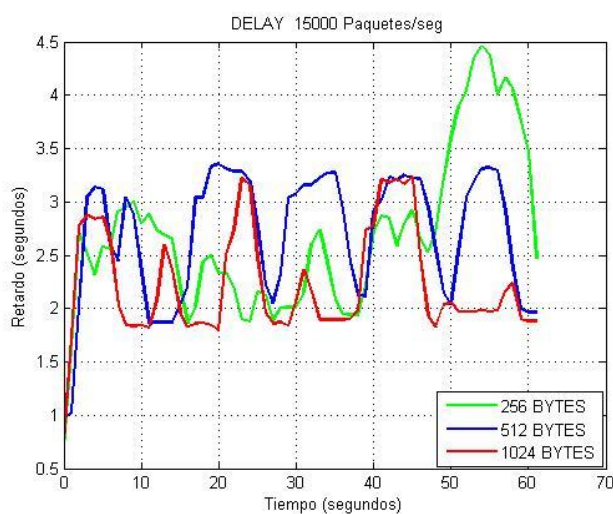


Figura 57. Delay para envi3 15000 paquetes / segundo

La figura 58 muestra el envío de 30000 paquetes, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa que en todos los envíos existen picos y un comportamiento no uniforme, al parecer se pierde la transmisión por la cantidad de paquetes enviados.

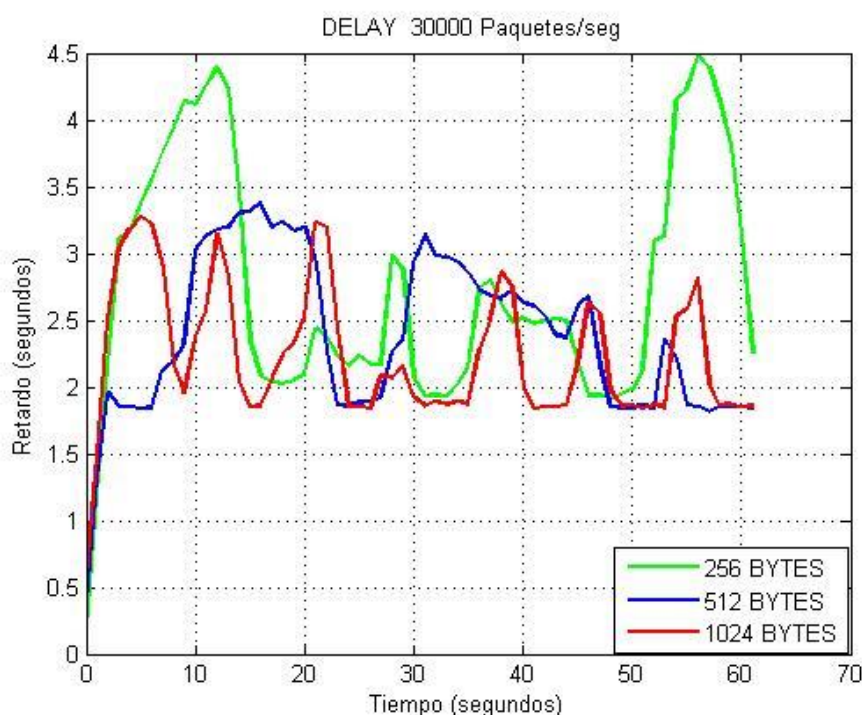


Figura 58. Delay para envío 30000 paquetes / segundo

El Jitter, es una variación temporal durante el envío de señales digitales, es una señal de ruido no deseada, se consideran cambios repentinos y abruptos de las propiedades de la señal (amplitud, frecuencia). Mientras menor sea el valor del tiempo se puede asegurar que la información llegue a tiempo.

La figura 59 muestra el envío de 1000 paquetes, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa que en todos los envíos, existen picos siendo los paquetes de tamaño de 1024 bytes los que presentan mayor uniformidad y menor valor de ruido.

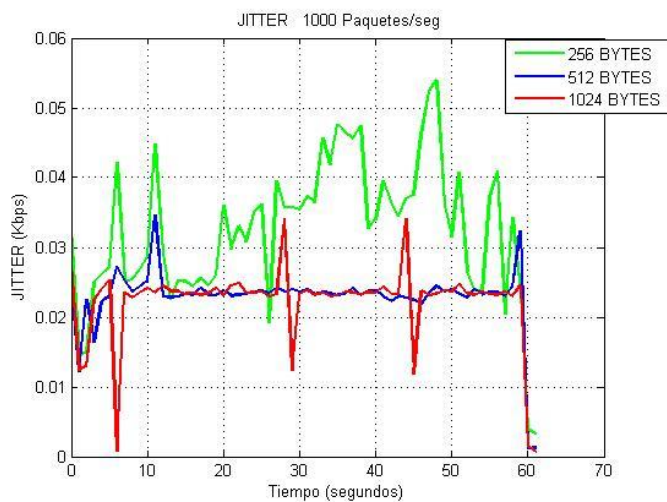


Figura 59. Jitter para envío 1000 paquetes / segundo

La figura 60 muestra el envío de 2000 paquetes, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa que en todos los envíos, los picos son menores, siendo los paquetes de tamaño de 1024 bytes los que presentan mayor uniformidad y menor valor de ruido.

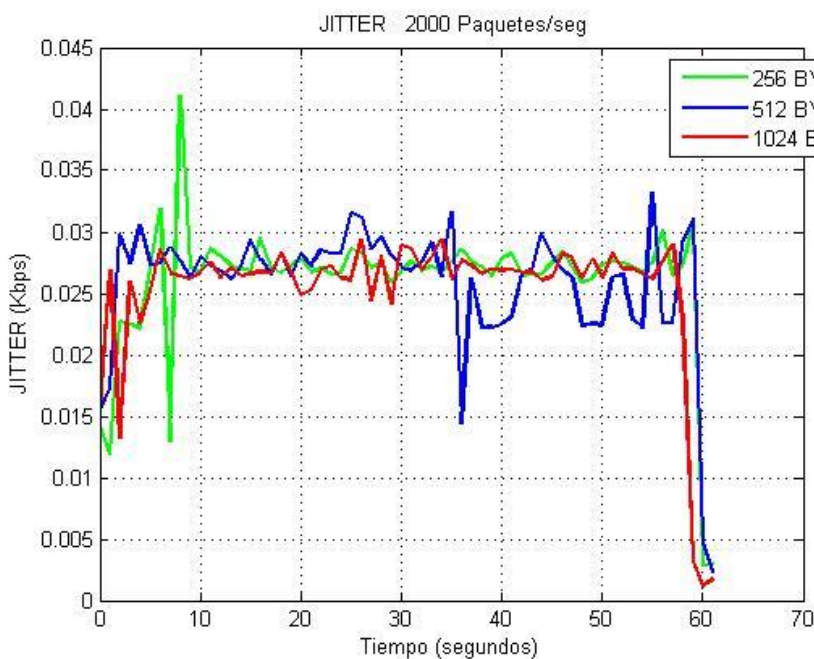


Figura 60 Jitter para envío 2000 paquetes / segundo

La figura 61 muestra el envío de 5000 paquetes, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa que en todos los envíos, los picos se incrementan, siendo los paquetes de tamaño de 1024 bytes los que presentan mayor uniformidad y menor valor de ruido. Los paquetes de tamaño de 256 bytes son los que mayor ruido se observa.

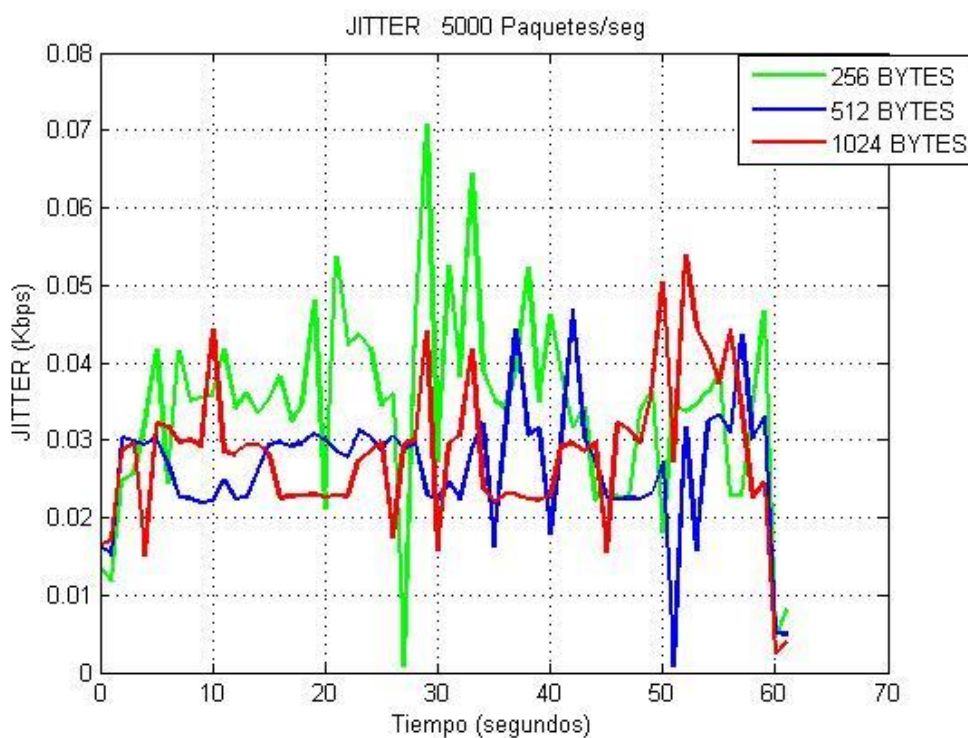


Figura 61. Jitter para envío 5000 paquetes/segundo

Las figuras 62 y 63 muestran el envío de 15000 y 30000 paquetes respectivamente, variando de igual forma el tamaño de cada uno, se observa en los dos gráficos que en todos los envíos, los picos se incrementan sustancialmente, siendo los paquetes de tamaño de 1024 bytes los que presentan mayor uniformidad y menor valor de ruido.

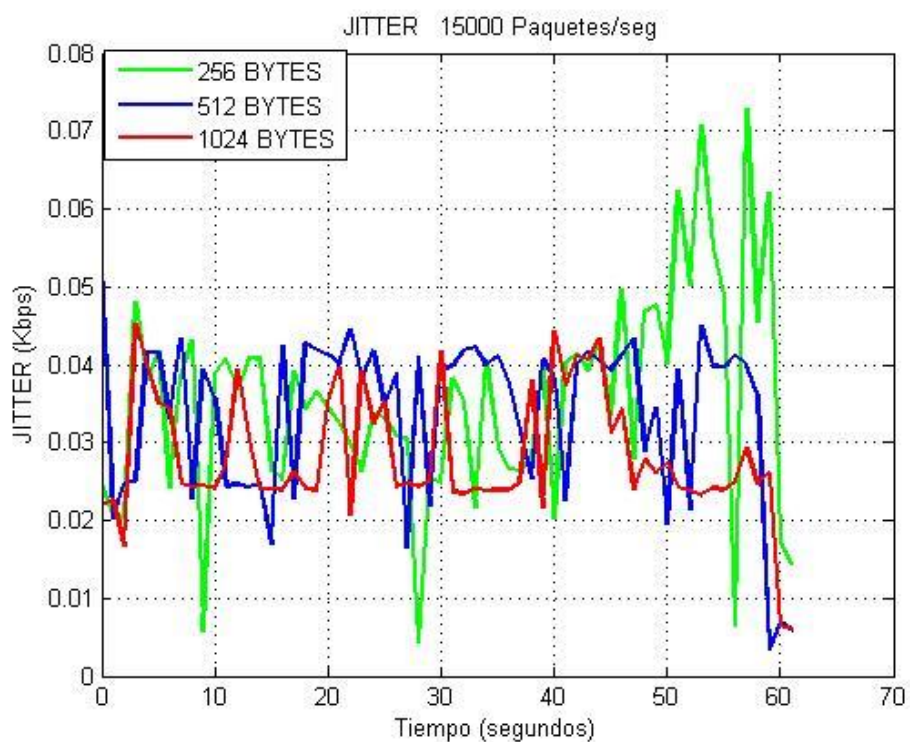


Figura 62. Jitter para envió 15000 paquetes / segundo

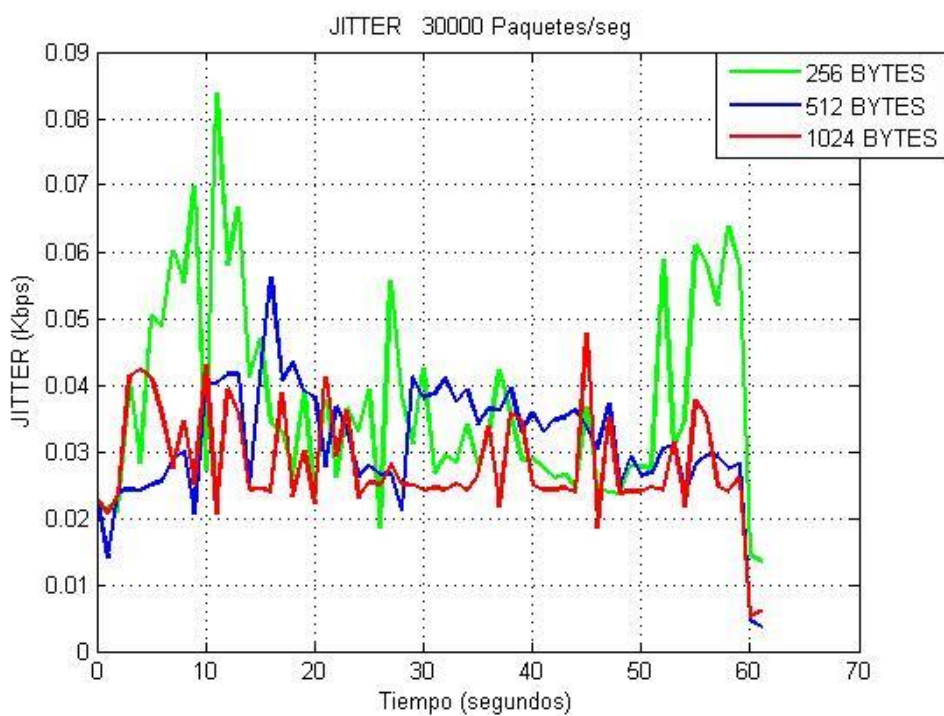


Figura 63. Jitter para envió 30000 paquetes / segundo

El bitrate, también conocido como Throughput, se define como el rendimiento de una red de datos, es el número de bits que se pueden transmitir en un período de tiempo.

La figura 64 muestra el envío de 1000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la tasa de transferencia de mayor valor es la de los paquetes de tamaño de 1024 bytes, siendo una tasa promedio de 700 Kbps.

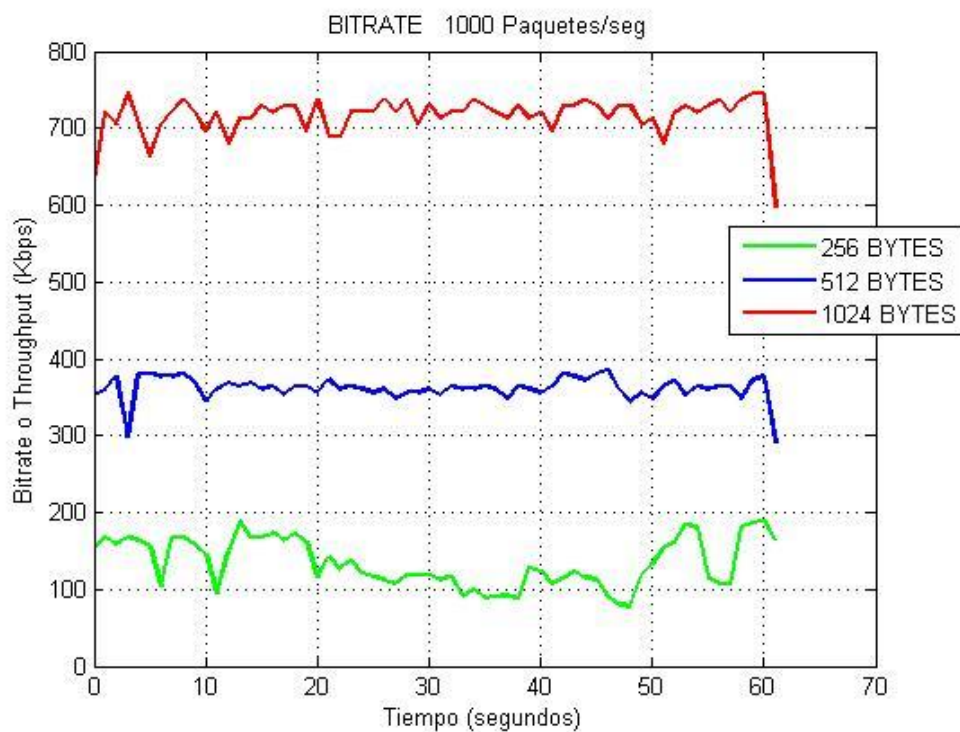


Figura 64. Bitrate para envío 1000 paquetes / segundo

La figura 65 muestra el envío de 2000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la tasa de transferencia de mayor valor es la de los paquetes de tamaño de 1024 bytes, siendo una tasa promedio aproximado de 600 Kbps.

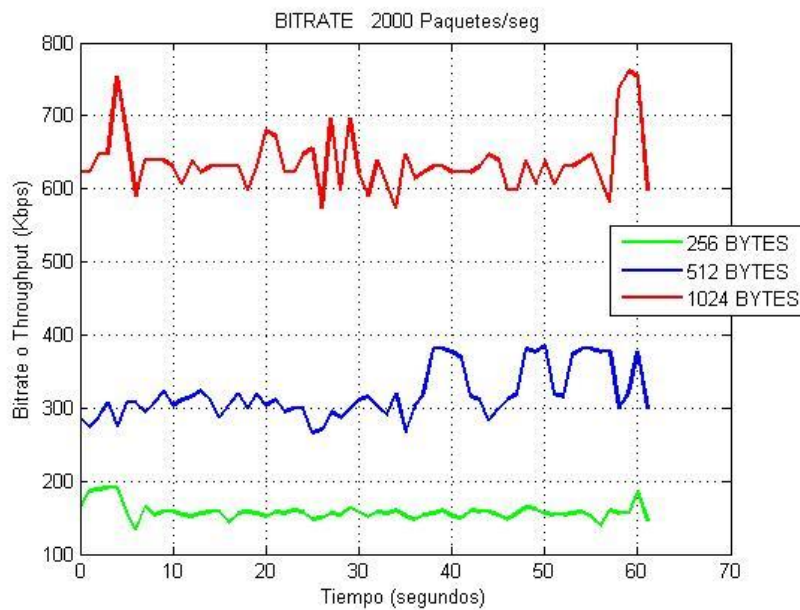


Figura 65. Bitrate para envío 2000 paquetes / segundo

La figura 66 muestra el envío de 5000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la tasa de transferencia de mayor valor es la de los paquetes de tamaño de 1024 bytes, se observa adicionalmente que no existe uniformidad en el throughput, ya que hay picos muy pronunciados.

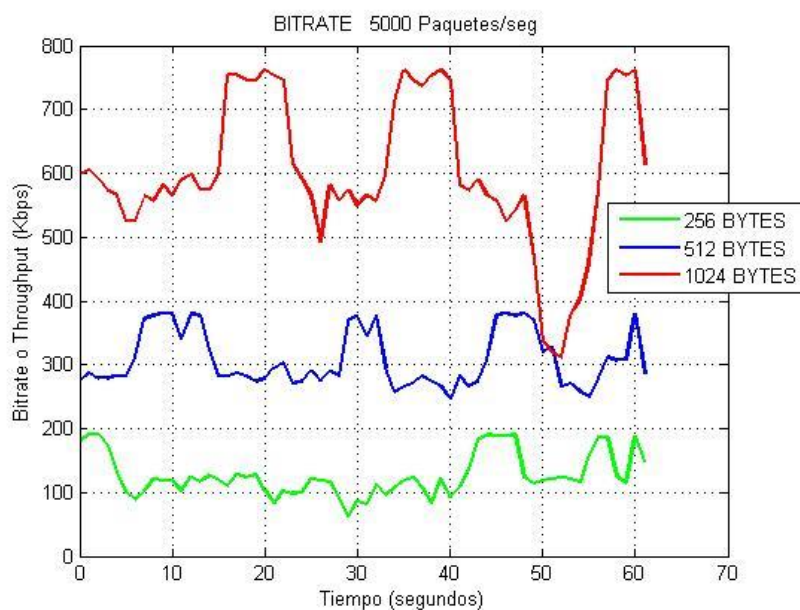


Figura 66. Bitrate para envío 2000 paquetes / segundo

Las figuras 67 y 68 muestran el envío de 15000 y 30000 paquetes respectivamente, variando el tamaño de cada uno, se observa en los gráficos que la tasa de transferencia de mayor valor es la de los paquetes de tamaño de 1024 bytes, pero el incremento de picos altos es constante, esto puede ser por la saturación del canal de transmisión.

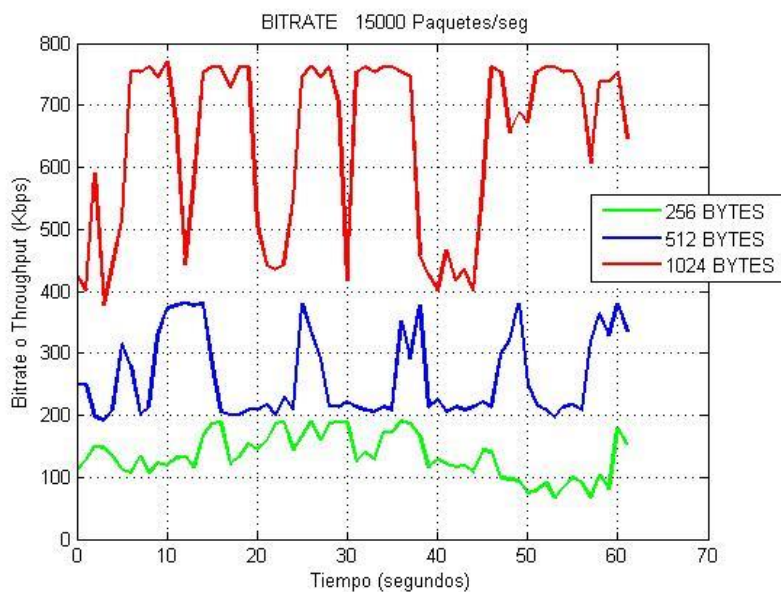


Figura 67. Bitrate para envío 15000 paquetes / segundo

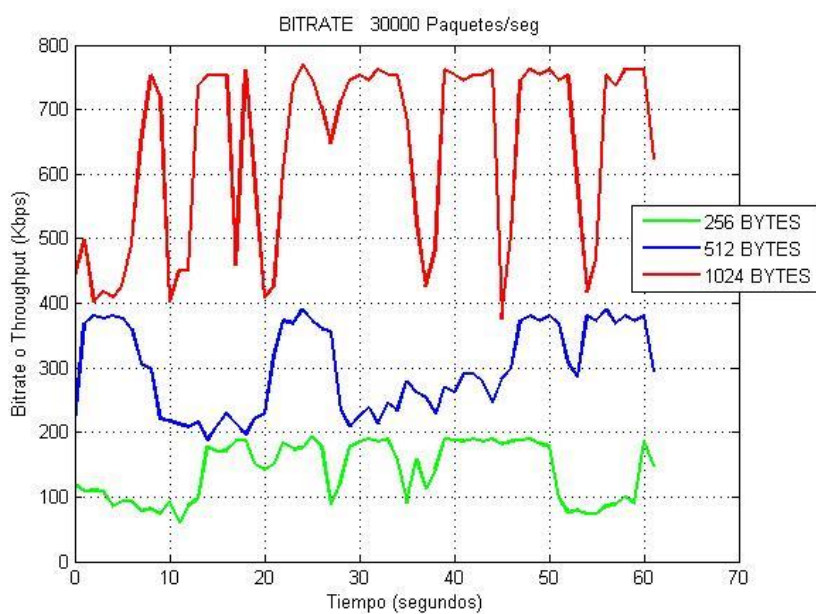


Figura 68. Bitrate para envío 30000 paquetes/segundo

También se analiza el número de paquetes perdidos que se encuentra en la transmisión, la figura 69 muestra el envío de 1000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que el menor número de paquetes perdidos se encuentran en los paquetes de tamaño 512 y 1024 bytes, siendo los de 1024 bytes los que mantienen una mayor uniformidad, por la no presencia de picos considerables. El número de paquetes perdidos es menor a 500 kbps.

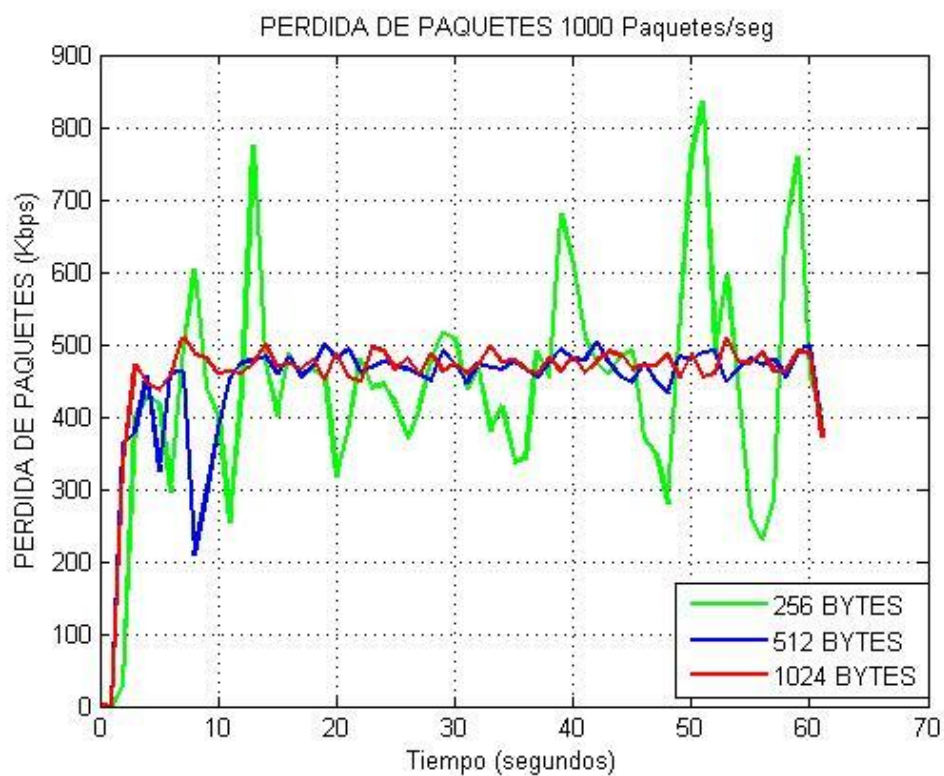


Figura 69. Paquetes perdidos para envío 10000 paquetes / segundo

La figura 70 muestra el envío de 2000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la pérdida de paquetes es similar en todos los tamaños siendo una tasa promedio aproximado de pérdida de 900 Kbps.

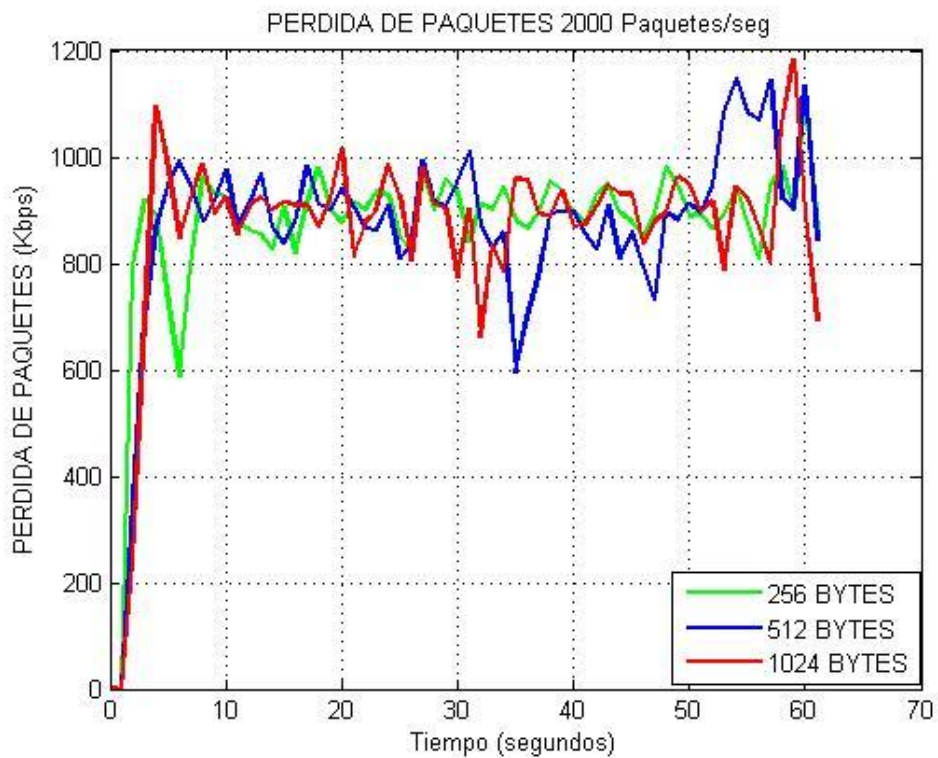


Figura 70. Paquetes perdidos para envío 2000 paquetes / segundo

La figura 71 muestra el envío de 5000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la pérdida de paquetes es similar en todos los tamaños, adicionalmente observamos que los paquetes de tamaño de 512 son los de menor pérdida pero con demasiados picos, la tasa promedio aproximado de pérdida oscila entre los 1500 a 2000 Kbps.

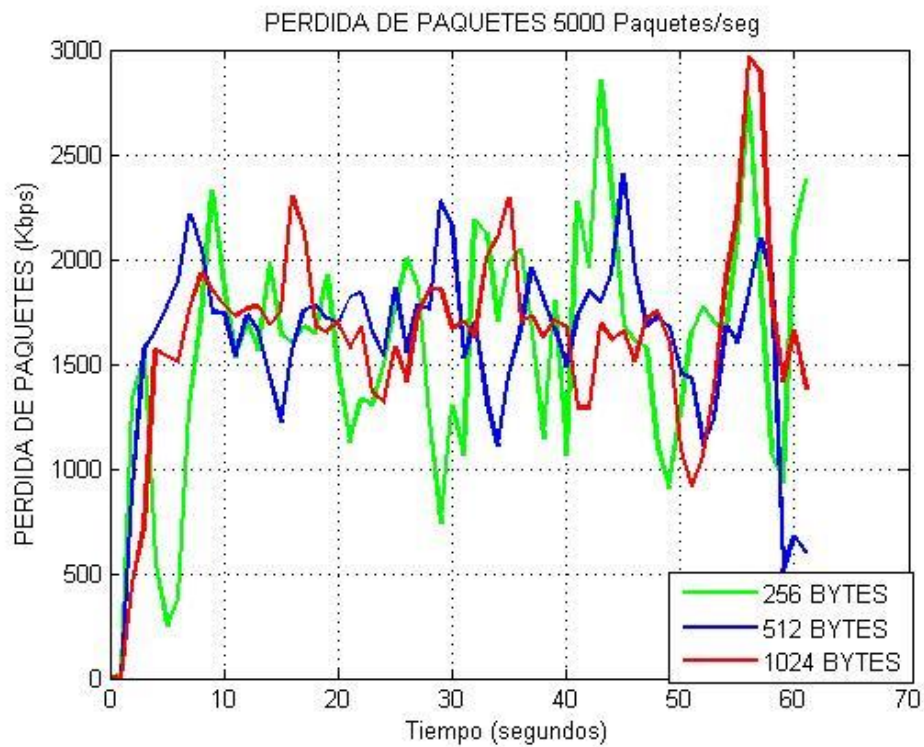


Figura 71. Paquetes perdidos para envío 5000 paquetes / segundo

La figura 72 muestra el envío de 15000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la pérdida de paquetes es menor en los paquetes de tamaño 256 bytes, teniendo una tasa promedio aproximado de pérdida que oscila entre los 1000 a 2000 Kbps., con picos que superan los 3000 kbps.

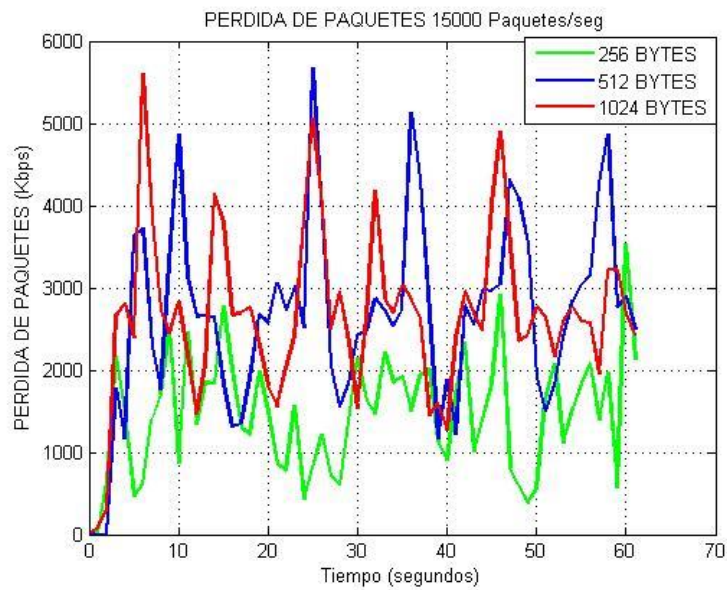


Figura 72. Paquetes perdidos para envió 15000 paquetes / segundo

La figura 73 muestra el envió de 30000 paquetes, variando el tamaño de cada uno, se observa en el gráfico que la pérdida de paquetes es menor en los paquetes de tamaño 256 bytes, teniendo una tasa promedio aproximado de pérdida que oscila entre los 1000 a 2000 Kbps., con picos que superan los 3000 kbps.

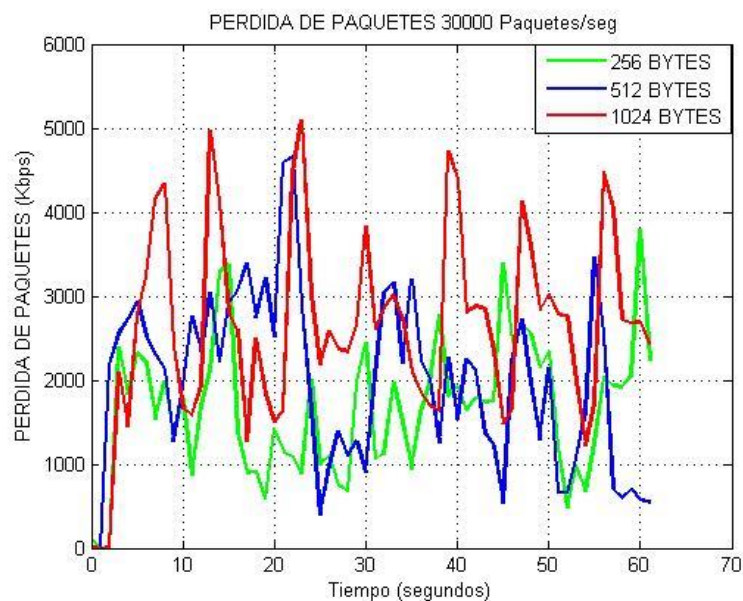


Figura 73 Paquetes perdidos para envió 30000 paquetes / segundo

CAPÍTULO VI

6. SEGURIDADES EN REDES

A cada una de las computadoras que forman el entorno de red deben tener seguridad. De esta forma podemos determinar varios tipos de conceptos en seguridad:

6.1. Amenaza o Ataque.-

Se actos o intentos de sabotear una operación o sistemas informáticos. Existen diferentes tipos de amenazas:

- Compromiso: Que quien ataca obtiene el control de algún elemento interno de la red, puede ser password de cuentas entre otros.
- Modificación: El que ataca modifica el contenido interno, pueden ser mensaje o textos etc.
- Suplantación: Quien ataca se hace pasar por otra persona.
- Reenvió: La entidad que ataca obtiene mensajes o textos que están en tránsito y puede alterar o reenviar los mismos.
- Denegación de servicio: Quien ataca impide que cumplan con la función destinada o asignada.

Por lo tanto la seguridad debe ofrecer algunos servicios:

- Autenticación: verificar ¿es realmente Quién dice ser?
- Control de acceso: ¿tiene los perfiles para hacer lo que pide?
- Integridad: ¿Puedo asegurar que este mensaje está intacto?
- Confidencialidad: ¿Lo ha interceptado alguien más?
- Auditoria: ¿Verificación control de los hechos o acciones?
- Alarma: ¿qué está pasando ahora?
- Disponibilidad: Garantizar que el servicio este siempre disponible.
- La seguridad implica estos factores figura 74:



Figura 74. Factores de seguridad

6.2. Fundamentos de la Seguridad

La seguridad es un proceso holístico permanente, es decir al sistema se lo debe tratar como un todo.

Indica que tiene que:

- Prevenir.
- Detectar.
- Evaluar.
- Responder.
- Corregir.

Tenemos como partes principales para tener una red confiable:

1. Aplicaciones que operan en clientes y servidores.- son todas las aplicaciones que pueden intervenir en sistema informático (Sistemas operativos, BD, VoIp, correo, video, etc).
2. Infraestructura.- Elementos activos como (routers, switches, firewall, wireless, PDA, Celulares, etc.)
3. Rendimiento.- Esto implica tener un buen ancho de banda, capacidad de los servidores, tráfico de la misión crítico.

Para esto se debe tener en cuenta que la seguridad debe ofrecer servicios en:

- Productos de conectividad (switchs, ruteadores, etc.).

- Productos de seguridad (VPN, IDS, Firewall, etc.).
- Administración avanzada (Policy manager, Administración de la red, Seguridad, etc.).
- Partners estratégicos (Red de socios certificados en seguridad).

6.2.1. Que son los intrusos.-

Son sistemas que exploran vulnerabilidades de una red y afectan a las aplicaciones, infraestructura y rendimiento de la misma, y tienen como objetivo:

- Provocar la negación o retrasos en servicios.
- Adquirir información sin autorización.
- Aprovechar recursos ajenos.

6.2.2. Tipos de ataques:

6.2.2.1. Pasivos

Son ataques que escuchan o monitorean las comunicaciones pero no interrumpen la comunicación. Como principal metas son interceptación de datos y análisis de tráfico.

6.2.2.2. Activos

Estos tipos de ataques modifican los datos transmitidos o flujos de datos y se pueden clasificar en:

- Suplantación de identidad (robar contraseñas).
- Reactuación (transacciones falsas).
- Modificación de mensajes (Alterar un determinado msg).

6.2.2.3. Denegación de Servicios

Degradación fraudulenta del servicio (informáticos, s.f.).

6.2.2.4. Denial of Service

DOS (Denegación de servicio) este tipo de ataque causa que a los usuarios legítimos del sistema no puedan acceder a los servicios o recursos del mismo cuando lo solicitan, estos generan pérdida de conectividad en la red o consumo de AB.

6.2.2.5. Exploit

Son bloques de programas, fragmentos de datos o comandos que buscan alguna vulnerabilidad en el sistema para de esta forma obtener un comportamiento errático del mismo, puedes asignación de permisos no deseados o negación de servicios.

6.2.2.6. Análisis de paquetes:

Está en la capa de enlace en redes LAN en Ethernet o WiFi 802.11. Este ataque busca obtener información, la capa MAC direcciones de origen/destino (MAC/IP) y sus tramas, también sus ataques pueden estar en la capa de enlace en la redes LAN inalámbricas: ARP/MAC_Spoofing, DoS, Man_in_the_Midle(sniffing) u otros ataques pasivos como el Análisis de Tráfico. Se puede evitar estos ataques o prevenir con estos protocolos WEP (Wired Equivalent Privacy) redes inalámbricas, WAP protocolo de redes inalámbricas personales y WAP2 este es empresarial, los mismo que son programas que permiten realizar un análisis de comportamiento de tráfico como wireshark entre otros programas. Es cuando debemos utilizar Sistema de Detección de Intrusos para la Red (NIDS) o también Sistema de Detección de Intrusos para los Host (HIDS).

6.2.2.7. La seguridad en las redes de comunicación

Todas las organizaciones deben tener en cuenta algunas normas y políticas de seguridad para minimizar los riesgos y precautelar la integridad de la información durante toda su transmisión.

En toda la estructura de la red se deben proteger todos los elementos que en la transmisión de datos intervienen, ya que la información que en ella se envía es lo más importante en toda organización, por esto se deben tener en cuenta algunos aspectos: Integridad.- Toda modificación de lo información o recursos deben ser realizados solo por alguien autorizado.

6.2.2.7.1. Confidencialidad

Debemos garantizar que solo quienes están autorizados puedan acceder a dicha información y puedan leer, realizar cambios o modificaciones.

6.2.2.7.2. Disponibilidad

La información debe estar siempre disponible para quienes lo requieran y tengan autorización para acceder a la misma (Vanegas, s.f.).

Podemos implementar algunos mecanismos que permitan aumentar y garantizar mi seguridad en las redes de comunicación como:

- Cortafuegos (firewall).- Para bloquear o denegar el acceso no autorizado una solución configurable, esto me podrá garantizar que existan comunicaciones autorizadas sean internas o accesos externos desde el internet.
- IPS/IDS (Sistemas de prevención y detección de intrusos).- Son sistemas que se utilizan para detectar y prevenir accesos no autorizados a un equipo o una red. También permiten el monitoreo del tráfico que determinan y previenen actitudes sospechosas.
- VPN (Redes privadas virtuales).- Son herramientas que se utilizan la interconexión de sedes de una misma organización esto se lo hace creando conexiones cifradas a través del internet.
- UTM (Unified Threat Management).- Soluciones que se en la “Gestión Unificada de Amenazas” esto lo hacen a manera de proxy, es decir, encapsular el tráfico por un solo puerto para ser analizado y permitiendo tráfico de acuerdo a las configuraciones y políticas para dicho dispositivo. Esto permite englobar funcionalidades de seguridad de redes como corta fuegos, VPN, IDS, etc.
- Filtros de contenidos.- Permiten controlar, restringir y limitar el acceso a contenidos web.

6.3. Servicios de seguridad

Como sabemos para una organización la seguridad de la información es lo más importante de tal forma se han creado medidas preventivas, reactivas y sistemas tecnológicos que nos permitan resguardar y proteger la información, teniendo siempre como prioridad la confidencialidad, disponibilidad e integridad de la misma.

Conforme va incrementando los avances tecnológicos y de telecomunicaciones (TI), a su vez ha incrementado las zonas vulnerables para las empresas y sus datos. Para solucionar estos problemas de privacidad, integridad y protección se han destinado servicios y soluciones para lograr una seguridad confiable. Antivirus personal brinda seguridad para los intercambios de datos, pero resultan ineficientes al caso de mantenimiento que se les brinda, ya que deben estar constantemente actualizados. Antivirus de perímetro mediante el filtrado de las amenazas desde un mismo punto de entrada ofrece una protección eficiente. Permite instalar herramientas de control de antivirus y malware en servidores corporativos de correo y proxy de acceso a internet. Control y eliminación de Spyware (programas espías) que se instalan en aplicaciones normales mientras se navega y se encargan de filtrar la información.

6.3.1. Procedimiento operativo

- Análisis de las necesidades del cliente;
- Determinación de nivel de seguridad requerido;
- Estudio de vulnerabilidades dentro de la empresa;
- Definición de políticas de seguridad;
- Implementación del sistema de seguridad;
- Administración y monitorización.

6.3.2. Mecanismos de seguridad

Estas herramientas de seguridad permiten brindar protección de los bienes y servicios informáticos. Esto busca proteger en sí los bienes, el cual puede ser un dispositivo o herramienta física que resguarde los bienes como software o sistemas mediante políticas de seguridad. Estos controles indican la manera en que se deben ejecutar acciones para mantener la seguridad y reducir las vulnerabilidades en la misma (Gómez, Julio, s.f.)

Estos mecanismos se clasifican en:

6.3.2.1. Mecanismos Preventivos

Los que como su nombre indica, su finalidad es prevenir los ataques informáticos, esto lo hacen mediante un continuo monitoreo de la información y bienes

registrando todas las actividades que se realicen en la organización controlando todos los activos y quienes acceden a ellos.

6.3.2.2. Mecanismos Detectores

Su objetivo es detectar todo aquello que pueda ser una amenaza mediante un monitoreo para detectar algún intruso.

6.3.2.3. Mecanismos Disuasivos.-

Se encargan de desalentar a quienes traten de buscar alguna vulnerabilidad informática de nuestra organización (Seguridades, s.f.).

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El usar MPLS facilita la escalabilidad lo que permitirá cuando se deseen aumentar sedes de la Universidad a un bajo costo de inversión.
- MPLS al ser una técnica que garantiza calidad de servicio a sus clientes o usuarios.
- MPLS Brinda mucha seguridad y fácil de acoplarse con protocolos de enrutamiento que facilitan su transmisión.
- Por esto se concluye que la calidad de servicio mejora la trasmisión de video en una red MPLS y se recomienda que los routers de borde sean configurados con QoS para garantizar una mejor trasmisión.
- La infraestructura tecnológica que cuenta la ESPE en la actualidad, garantiza la implementación de una red de contribución de TV digital, con MPLS.
- En las pruebas realizadas en la emulación se pudo observar que Delay, Jitter, tienen las menores tasas cuando se envían 1000 paquetes a un tamaño de 1024 bytes.
- El Bitrate de mayor porcentaje de igual manera de obtiene cuando enviamos un número de paquetes de 1000 con un tamaño de 1024 bytes cada uno.
- Se pudo concluir adicionalmente que al enviar paquetes de tamaño 2048 bytes se satura el canal, ya que el ancho de banda requerido supera las características de los equipos.
- Se debe tener un plan de normas de seguridad para garantizar que la información sea transmitida y llegue a su destino sin alteraciones de ninguna índole, es por eso se recomienda seguir algunas de las medidas de seguridad que se indican en el capítulo 6 como establecer mecanismos preventivos y disuasivos.
- Se recomienda para trabajos futuros, realizar las emulaciones con equipos que cuenten con una memoria RAM superior a los 16 Gb, para mejorar el rendimiento de la estructura

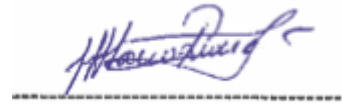
Bibliografía

- Cisco Systems, Inc. (Enero de 2001). *MPLS*. Obtenido de <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3031.txt>
- Amadeus Trappe, Raffael. (15 de 02 de 2013). *Estándares de TVD*. Obtenido de http://www.paradiso-design.net/videostandards_en.html#atsc
- Barberá, José. (22 de 11 de 2007). *Red Iris*. Obtenido de <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/53/enfoque1.html>
- Características del sistema ISDB-T. (2015). *DiBEG*. . Obtenido de http://www.dibeg.org/techp/feature/isdb-t_Spanish.pdf
- Círculo Web. (6 de Diciembre de 2011). *Círculo Web*. Obtenido de <http://www.circuloweb.es/%C2%BFnecesito-contratar-cloud-computing>
- Cisa, Austín. (14 de noviembre de 2008). *H261*. Obtenido de <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/codif/material/monografias/2002-02.pdf>
- Computing, R. C. (s.f.). *Revista Cloud Computing*. Obtenido de <http://www.revistacloudcomputing.com/2013/06/plataformas-cloud-open-source-o-propietarias/#sthash.Im13nxry.dpuf>
- Computing., R. c. (19 de junio de 2013). *Cloud*. Obtenido de <http://www.baquia.com/emprendedores/2013-06-17-interxion-cloud-open-source-propietario-openstack-cloudstack-vmware-citrix>
- Cubero Enrici, M. (agosto de 2009). LA TELEVISIÓN DIGITAL. Barcelona - España: S.A. MARCOMBO. Obtenido de Metro Ethernet Networks.
- Dr JosKowicz, Jose. (Marzo de 2013). *Codificación de Voz y video*. Obtenido de https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/67091/mod_resource/content/1/codificacion/Codificacion_de_voz_y_video_textos_completos_.pdf
- estándar 802*. (s.f.). Obtenido de <http://www.ieee802.org/3/ae/objectives.pdf>
- ETSI European Telecommunications Standards Institute . (2009). *Digital Video Broadcasting (DVB)*. Niza: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301700_301799/301790/01.05.01_60/en_301790v010501p.pdf.
- Facultad de Ingeniería, UNAM. (diciembre de 2006). *H.264*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432007000300004&script=sci_arttext&tlng=pt
- Gómez, Julio. (s.f.). *AdministraciónSO*. Obtenido de http://www.adminso.es/index.php/4._Medidas_de_seguridad_en_los_sistemas_inform%C3%A1ticos
- Guerra, S. d. (2004). *Tesis Doctoral*. Obtenido de <http://oa.upm.es/347/1/09200441.pdf>
- IEEE Xplore. (mayo de 2013). *Generating a Transport Stream for Digital Terrestrial Television*. Obtenido de http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=6564814&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6564814
- Ochoa Domínguez, J. Mireles García, J. Cota Ruíz, J. (diciembre de 2006). *Ingeniería, Investigación y Tecnología*. Obtenido de

- http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-77432007000300004&script=sci_arttext&tlng=pt
- Plasma TV. (2012). *Plasma TV*. Obtenido de <http://plasmatvbuyingguide.com/dtv-hdtv-comparison19.html>
- Revista Cloud Computing*. (s.f.). Obtenido de <http://www.revistacloudcomputing.com/2013/06/plataformas-cloud-open-source-o-propietarias/#sthash.Im13nxry.dpuf>
- Romero Holguín, B. E. (23 de enero de 2012). *Repositorio Dgital ESPOL*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19513>
- Romero, C. V. (Diciembre de 2011). *Repositorio Digital ESPE MIT*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4984>
- Sandoval, F. (2015). *Slideshare*. Obtenido de http://es.slideshare.net/blog_fralbe/5-atsc
- Sandoval, F. A. (07 de septiembre de 2011). *Estándares*. Obtenido de http://es.slideshare.net/blog_fralbe/8-comparacin-de-estndares-de-tdt
- SSS On line Inc. (9 de junio de 2014). *RF Topics*. Obtenido de <http://www.sss-mag.com/ebn0.html>
- Status, D. (23 de 02 de 2015). *DTV Status*. Obtenido de <http://es.dtvstatus.net/>
- Villamarín, D., Illescas, M., Olmedo, G., & Lara, R. (2013). “*Generating a Transport Stream for Digital Terrestrial Television System in conformance with ISDB-Tb standard*”.

10. Firmas de responsabilidad**EGRESADOS:**


Ing. DUEÑAS MORA FREDDY
Egresado Maestría RIC



Ing. RIVERA GONZALEZ MARCO
Egresado Maestría RIC

DIRECTOR**INFORMANTE**


Dr. OLMEDO, GONZALO.
Docente ESPE
Dpto. de Eléctrica y Electrónica
Universidad las Fuerzas Armadas ESPE



Ing. HARO, RÁUL.
Docente ESPE
Dpto. de Eléctrica y Electrónica
Universidad las Fuerzas Armadas ESPE

COORDINADOR


Ing. ALULEMA, DARWIN
Coordinador Maestría RIC
Dpto. de Eléctrica y Electrónica
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE