



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**“ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE DESCARTE
SELECTIVO DE PAQUETES EN MECANISMOS DE
GESTIÓN ACTIVA DE COLAS PARA LA TRANSMISIÓN
DE VIDEO EN TIEMPO REAL”.**

GERMÁN PATRICIO TORRES GUANANGA

**Tesis presentada ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de
la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de
Magíster en Interconectividad de Redes**

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

El Tribunal de Tesis certifica que:

El trabajo de investigación titulado: “**ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES EN MECANISMOS DE GESTIÓN ACTIVA DE COLAS PARA LA TRANSMISIÓN DE VIDEO EN TIEMPO REAL**”, de responsabilidad del señor Germán Patricio Torres Guananga ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal de Tesis:

Ing. Washington Luna Ms.C.
TUTOR

Ing. Gloria Arcos Medina Ms.C.
MIEMBRO

Dra. Narcisa Salazar Álvarez Ms.C.
MIEMBRO

Ing. Wilian Pilco Mosquera Ms.C.
PRESIDENTE

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba, Abril del 2014.

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Germán Patricio Torres Guananga, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Ing. Germán Patricio Torres Guananga

AGRADECIMIENTO

Una vez finalizado el presente trabajo de investigación, agradezco a mi todo poderoso por permitirme llegar al feliz término de lo propuesto, a mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. También debo agradecer a las personas que fueron un pilar fundamental en el desarrollo del presente trabajo para que esto se pueda concluir. Por todo esto quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Washington Luna por prestar su colaboración en la revisión y defensa del presente trabajo hasta finalización, a la Ing. Gloria Arcos y la Dra. Narcisa Salazar quienes con sus enseñanzas impartidas no solo en la presente investigación sino por su contribución en mi formación profesional.

Y no puedo dejar de agradecer a mí amada esposa Daniela y a mi hija Dafne Valentina (Castin) quienes no desmayaron en brindarme su aliento para que el presente trabajo se concluya, a mi familia gracias por estar siempre presente mil gracias a todos!!!.

DEDICATORIA

En este momento pasan muchas cosas por mi cabeza debido a la gran emoción que me embarga, pero pese a todo esto en primer lugar quiero dedicar esta tesis al todo poderoso, luego a las personas que han luchado de la mejor manera para que sus hijos vayan alcanzando sus metas a mis padres Antonio y Mariana por su ejemplo durante toda la vida; también es necesario dedicar al pedacito de cielo que hoy me acompaña desde el 4 de julio del 2010 mi princesa Dafne Valentina a mi esposa Daniela Tatiana por estar siempre a mi lado, luchando por el bienestar de nuestra familia.

También debo recalcar que este trabajo está dedicado a mis hermanos: Jaime, Wilson, Narcisa, María y en especial a Fabián quien ha sido el pilar fundamental de los logros de todos, a mis sobrinos y sobrinas: Jorge, Cristian, Lorena, Valeria, Renato, Bryan, Cynthia y Salome

Para todos mis amigos y amigas

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo la propuesta de una guía para la configuración de un mecanismo de gestión activa de colas con el propósito de mejorar la QoS (Calidad de Servicio) en la transmisión de video en tiempo real.

Se realizó un estudio con un diseño de Investigación Experimental, que permite analizar el descarte selectivo de paquetes WRED (Detección Temprana Aleatoria Ponderada), en los siguientes mecanismos de gestión activa de colas: CB-WFQ (Gestión de Colas Ponderada), LLQ (Gestión de Colas de Baja Latencia) y RTP priority (Gestión de Colas Multietapa); para lo cual se implementó un ambiente de pruebas que simula una red LAN (red de área Local) y WAN (Red de Area Amplia), con 4 alternativas de red: Sin Congestión; congestión al 30 %; congestión al 50% y congestión al 80 %; los parámetros analizados fueron: Latencia, Jitters, % de pérdida de paquetes y ancho de banda; se realizó una selección de equipos, se configuró la interconexión entre los mismos, una vez establecida la conexión se procedió con la configuración de las políticas de QoS para la gestión activa de colas que permite determinar el tráfico que circulaba a través de la red, siguiendo esta secuencia definida en la guía elaborada, se observó que el comportamiento de los mecanismos de gestión activa de colas con LLQ se reducen la latencia en un 40%, los tiempo de Jitters se reducen en un 50 %, el porcentaje de pérdida de paquetes desaparece, y el ancho de banda se reduce en 42 %, siendo este mecanismo la mejor alternativa.

Realizada la prueba de chi cuadrado en la bondad de ajuste se pudo demostrar que la hipótesis nula es rechazada y que la elaboración y uso de la propuesta mejora en la calidad de servicio en un 90 %.

Palabras clave:

/PROPUESTA METODOLÓGICA/

/CONFIGURACION DE MECANISMOS DE GESTION ACTIVA DE COLAS (guía)/

/INTERCONEXION DE REDES/

/CALIDAD DE SERVICIO (QoS)/

/TRAMSMISION DE VIDEO EN TIEMPO REAL/

SUMMARY

The research aims, the proposal of a guide for the configuration of a mechanism for active management of queues in order to improve the QoS (Quality of Service) for video transmission in real time.

A study was conducted with a design of experimental research, to analyze the selective packet discard WRED (Early Random Weighted Detection), in the following mechanisms of active queue management: CB-WFQ (Weighted Queue Management), LLQ (Queue Management Low Latency) and RTP priority (Multistage Queue Management); for which it was implemented a testing environment that simulates a LAN (Local Area Network) and WAN (Wide Area Network) with 4 network alternatives: No congestion; congestion at 30%; congestion at 50% and congestion at 80%; parameters analyzed were: Latency, Jitters, % of packet loss and bandwidth; a selection of devices was performed, the interconnection between them was configured, once the connection is established, we proceeded with the configuration of QoS policies for active queue management allows determining the traffic circulating through the network, following this sequence defined in the prepared guide, it was observed that the behavior of mechanisms for active queue management with LLQ latency is reduced by 40%, the time Jitters are reduced by 50%, the percentage of loss of packet, disappears and the bandwidth is reduced by 42%, being this mechanism the best alternative.

Once chi-square test in the goodness of fit, it was demonstrated that the null hypothesis is rejected and that the development and use of this proposal, improved quality of service in a 90%.

INDICE DE ABREVIATURAS

ACL	Access Control List (Lista de Control de Acceso)
CBWFQ	Class-Based WeightedFairQueuing
DCCP	Datagram Congestion Control Protocol (Protocolo de Control de Congestión de Datagramas)
DRED	Distribucion de WRED
FIFO	First in First out (Primero que llega primero que sale)
FTP	File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos)
IPEC	Instituto de Postgrado y Educación Continua
EIGRP	Protocolo de Enrutamiento de Gateway Interior mejorado
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IP	Internet Protocol (Protocolo de Internet)
LAN	Red de Área Local
MAC	Medium Access Control address (dirección de Control de Acceso al Medio)
NGN	Next Generation Networking (Red de la próxima generación)
PQ	PriorityQueuing (cola por prioridad)
QoS	Quality of Service (Calidad de servicio)
RED	Descarte aleatorio anticipado
RIP	Protocolo de encamio de información
RTP	Protocolo de transmisión en tiempo real
TCP	Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión)
TCP/IP	Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet
TTL	Time to Live (Tiempo de Vida)
UDP	User Datagram Protocol
WAN	Red de area amplia
WFQ	Weighted Fair Queuing
WRED	descarte aleatorio anticipado por priridad

ÍNDICE GENERAL

- CERTIFICACIÓN
- ÍNDICE DE ABREVIATURAS
- ÍNDICE GENERAL
- ÍNDICE DE FIGURAS
- ÍNDICE DE TABLAS
- DERECHOS DE AUTORÍA
- AGRADECIMIENTO
- DEDICATORIA
- RESUMEN
- SUMMARY
- INTRODUCCIÓN: IMPORTANCIA, JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS
- REVISIÓN DE LITERATURA
- MATERIALES Y MÉTODOS
- RESULTADOS Y DISCUSIÓN
- CONCLUSIÓN
- RECOMENDACIÓN
- BIBLIOGRAFÍA
- ANEXOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	20
INTRODUCCIÓN.....	20
1.1. Planteamiento del problema.....	20
1.2. Objetivos.....	22
1.2.1. Objetivo General.....	22
1.2.2. Objetivos Específicos.....	22
1.3. Alcance.....	23
1.3.1. Justificación.....	23
1.4. Descripción Técnica de la Infraestructura.....	26
1.5. Hipótesis.....	26
CAPITULO II.....	27
REVISION DE LITERATURA.....	27
2.1. Gestión Activa de colas.....	27
2.1.1. Fundamentos de la Gestión Activa de Colas.....	27
2.1.2. Notificación Explícita de la Congestión (ECN).....	29
2.2. RTP.....	29
2.3. Calidad de Servicio.....	33
2.3.1. QoS en transmisión de Video en tiempo real.....	35
2.4. Elementos que deterioran la QoS percibida por el usuario.....	36
2.4.1. Pérdida de paquetes.....	36
2.4.2. Demora / Jitter.....	37
2.4.3. Ancho de banda en IP para video.....	38
2.4.4. Retraso o Latencia (Delay).....	40
2.5. Mecanismo de gestión activa de colas.....	40
2.5.1. Gestión de Colas.....	40
2.5.2. Gestión de colas FIFO.....	41
2.5.3. Gestión de colas por Prioridad.....	43
2.5.4. Gestión de colas Personalizada.....	44
2.5.5. Gestión de Colas Apropiada Ponderada (WFQ).....	45
2.5.6. Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ).....	47
2.5.7. Gestión de Colas de Baja Latencia (PQ dentro de CB-WFQ).....	48
2.5.8. Prioridad RTP.....	50
2.5. Descarte selectivo de paquetes.....	51
2.6.1 Detección temprana aleatoria.....	52
2.6.1.2. Probabilidad de descarte de paquete.....	55
2.6.1.3. Necesidad sobre una red de comunicación.....	56
2.6.2. Detección temprana aleatoria ponderada.....	57
2.6.2.1. Beneficios.....	57
2.6.2.2. Funcionamiento.....	58
2.6.2.3. Promedio de tamaño de cola.....	59
2.6.3. Detección temprana aleatoria ponderada distribuida.....	60
2.6.3.1. Funcionamiento.....	60
2.6.3.2. Beneficios.....	61
2.6.4. Detección temprana aleatoria ponderada basada en flujo.....	61
2.6.4.1. Beneficios.....	61
2.6.4.2. Funcionamiento.....	62
CAPITULO III.....	64
MATERIALES Y MÉTODOS.....	64
3.1. Diseño de la investigación.....	65
3.2. Tipo de estudio.....	65
3.3 Métodos, Técnicas e Instrumentos.....	65
3.3.1. Métodos.....	65

3.3.1.1. Método Científico.....	65
3.3.1.2. Método Deductivo.....	66
3.3.1.3. Método Comparativo:	66
3.3.2. Técnicas a utilizarse.	66
3.3.3. Instrumentos.....	66
3.4. Validación de los instrumentos.....	67
3.5. Procesamiento de la información.....	67
3.6 Planteamiento de la Hipótesis	68
3.7. Determinación de las variables	68
3.8. Operacionalización conceptual de variables.....	68
3.9. Operacionalización Metodológica.	69
3.10. Población y Muestra.	69
3.10.1. Población	69
3.10.2. Muestra	69
3.10.3. Ambiente de pruebas	70
3.11. Implementación del ambiente de pruebas.....	70
3.11.1. Escenario de pruebas.....	71
3.11.1.1. Elementos Hardware	71
3.11.1.2. Elementos Software	72
3.11.1.3. Configuraciones.....	72
Router Riobamba.....	72
Router Ambato.....	73
Configuración del protocolo de enrutamiento	74
ROUTER MACAS.....	75
3.11.1.4. CONFIGURACION Y ANÁLISIS DE CBWFQ+WRED.....	78
3.11.1.5. CONFIGURACION Y ANÁLISIS DE LLQ.....	79
3.11.1.6. CONFIGURACION Y ANÁLISIS DE RTP PRIORITY	80
CAPITULO IV.....	81
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	81
4.1. Determinación de parámetros de comparación	81
4.2. Tabla general del análisis comparativo de mecanismos gestión activa de colas ..	81
4.2.1. Alternativa de red sin descarte selectivo de paquetes sin mecanismo de gestión activa de colas	81
4.2.1. Alternativa de red descarte selectivo de paquetes wred y mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ.....	82
4.2.1. Alternativa de red descarte selectivo wred mecanismo de gestión activa de colas LLQ.....	84
4.2.1. Alternativa de red descarte selectivo wred mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY.....	85
4.3. Estudio comparativo	86
4.3.1. CBWFQ+WRED	86
4.3.1.1. Latencia	87
4.3.1.4. Pérdida de paquetes	89
4.3.1.4. Jitter	92
4.3.1.4. Ancho de banda.....	95
4.3.2. LLQ	98
4.3.2.1. Latencia	98
4.3.2.2. Pérdida de Paquetes	101
4.3.2.3. Jitter	104
4.3.2.4. Ancho de banda.....	107
4.3.3. RTP PRIORITY.....	111
4.3.3.1. Latencia	111
4.3.3.2. Pérdida de Paquetes	114

4.3.3.3. Jitter	117
4.3.3.4. Ancho de banda.....	120
4.4 Presentación de resultados	123
4.5. Comprobación de la hipótesis de la investigación	124
4.5.1. Parámetros para establecer la mejora de Calidad de servicio.....	124
4.5.2.1 Latencia	125
4.2.3.2 Pérdida de paquetes	130
4.2.3.3. Jitter	134
4.2.3.4. Ancho de banda	139
4.2.2. Análisis de información obtenida	143
4.2.3. Demostración de la Hipotesis.....	144
4.2.3.1 Planteamiento de la hipótesis	144
4.2.3.2. Nivel de significancia:	144
4.2.3.3. Alternativas para la prueba de chi cuadrado	144
4.2.3.4. Elección de prueba Estadística.....	145
4.2.3.5. Datos - Resultados totales de los dos escenarios.....	145
4.3.2.5.1. Latencia	146
4.3.2.5.2. Porcentaje de pérdida de paquetes	148
4.3.2.5.3. Jitter	150
4.3.2.5.3. Ancho de banda	153
4.2.3.6. Conclusión de la hipótesis.....	155
CONCLUSIONES	157
RECOMENDACIONES.....	159
BIBLIOGRAFÍA.....	163
ANEXOS	168
Anexo 1. GUÍA PARA LA CONFIGURACIÓN DE UN MECANISMO DE GESTIÓN ACTIVA DE COLAS PARA EL DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES EN PARA LA TRANSMISIÓN DEL TRÁFICO DE VIDEO EN TIEMPO REAL	169
Objetivos del diseño	169
Objetivo general.....	169
Objetivos Específicos	169
Selección de Equipos	169
Topología	170
Descripción de Equipos	171
Interconexión de los Equipos	172
Configuración de los equipos	172
Configuración de Equipos activos de red.....	172
Routers.....	172
Router Riobamba.....	172
Router Ambato.....	172
Configuración del protocolo de enrutamiento	172
Switchs	174
Configuración de PC's.....	175
Servidor.....	176
Cliente	181
Monitoreo	182
Generación de trafico	182
Ports List	183
Acciones.....	185
Creando, editando y borrando streams.....	185
Configuración de streams.....	186
Configuración de Mecanismo de gestión activa de colas.....	189
Pruebas.....	190

Software de monitoreo Jperf	190
Jperf server	190
Jperf cliente.....	190
Resultado	191
Jperf opciones.....	192
Anexo 2.....	194

LISTA DE FIGURAS

Figura 4. Notificación explícita de la congestión	29
Figura 5. Protocolo RTP/RTCP dentro del modelo OSI	30
Figura 7. Funcionamiento del router	33
Figura 9. Transmisión de Video en tiempo real sin QoS	35
Figura 10. Qos en Transmisión de Video en tiempo real	36
Figura 11. Pérdida de paquetes	37
Figura 12. Jitter en redes Lan Wan	38
Figura 13. Ancho de Banda.....	39
Figura 14. Latencia en transmisión de video	40
Figura 15. Gestión de colas.....	41
Figura 16. Gestión de colas FIFO	43
Figura 17. Gestión de colas por prioridad	44
Figura 18. Gestión de colas personalizada.....	45
Figura 19. Gestión de Colas Apropiada Ponderada (WFQ)	47
Figura 20. Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ).....	48
Figura 21. Gestión de colas de baja latencia (PQ dentro de CB-WFQ).....	50
Figura 22. Descarte de paquetes	51
Figura 23. Ventana deslizante.....	53
Figura 24. El efecto de RED en un tamaño de ventana deslizante TCP	55
Figura 25. Probabilidad de descarte de paquete RED	56
Figura. 26. Detección temprana aleatoria ponderada WRED	59
Figura 27. Ambiente de pruebas	71
Figura 28. Topología de red utilizada	170
Figura 29. Acetar la licencia Agreement	176
Figura 30. Conexión de red para la transmisión	177
Figura 31. Configuración de la resolución de la videoconferencia	177
Figura 32. Selección del usuario y el rol de la video conferencia.....	178
Figura 33. Aquí seleccionamos el porcentaje de corrección de errores	179
Figura 34. Información para la administración de la videoconferencia	179
Figura 35. Inicio de sesión para el servidor de videoconferencia.....	180
Figura 36. Videoconferencia isabel	181
Figura 37. Videoconferencia cliente isabel	182
Figura 38. Ostinato generador de tráfico	183
Figura 39. Listado de interfaces del Pc.....	184
Figura 40. Generando streams de tráfico	186
Figura 41. Editando streams de tráfico	186
Figura 42. Tamaño de los paquetes para la congestión.....	187
Figura 43. Capas del modelo Osi para generar tráfico	187
Figura 44. Dirección Ip de origen y destino.....	188
Figura 45. Resultado de la regla de trafico	188
Figura 46. Interfaz gráfica de Jperf	190
Figura 47. Sección Server jperf	190
Figura 48. Sección Cliente jperf	191
Figura 49. Captura Jperf.....	191
Figura 50. Opciones de configuración cliente Jperf.....	192
Figura 51. Captura de tráfico Jperf en Videoconferencia Isabel	193

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de números de identificación de codees de <i>RTP</i>	31
Tabla 2. Listado de números de identificación de codees de <i>RTP</i>	32
Tabla 3. Necesidades de los distintos tipos de tráfico de las redes <i>IP</i>	34
Tabla 4. Necesidades de los distintos tipos de tráfico de las redes <i>IP</i>	34
Tabla 5. Operacionalización Conceptual de variable.....	68
Tabla 6. Operacionalización Metodológica – Hipótesis	69
Tabla 7. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión	82
Tabla 8. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión	83
Tabla 9. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión	84
Tabla 10. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión.....	85
Tabla 11. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestión activa de colas cbwfq.....	86
Tabla 12. Pérdida de paquetes, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas cbwfq.....	89
Tabla 13. Jitter, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas cbwfq	92
Tabla 14. Ancho de banda, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas cbwfq.....	95
Tabla 15. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq.....	98
Tabla 16. Pérdida de paquetes, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq.....	102
Tabla 17. Jitter, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq	105
Tabla 18. Ancho de banda, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq.....	108
Tabla 19. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority	111
Tabla 20. Pérdida de paquetes, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority	114
Tabla 21. Jitter, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority	117
Tabla 22. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority	120
Tabla 23. Presentación de resultados.....	123
Tabla 24. Totales de Escenario 1 y 2.....	145
Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (Latencia)	146
Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (Latencia)	146
Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (Latencia).....	146
Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (Latencia)	146
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (Latencia).....	147
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (Latencia)	147
Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (% de pérdida de paquetes)	148
Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (% de pérdida de paquetes)	148
Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (% de pérdida de paquetes).....	148
Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (% de pérdida de paquetes)	149
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (% de pérdida de paquetes)	149

.....	149
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (% de pérdida de paquetes)	149
.....	149
Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (Jitter)	150
Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (Jitter)	151
Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (Jitter).....	151
Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (Jitter)	151
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (Jitter).....	151
.....	152
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (Jitter)	152
Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (Ancho de banda)	153
Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (Ancho de banda)	153
Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (Ancho de banda).....	153
Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (Ancho de banda)	154
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (Ancho de banda)	154
.....	154
Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (Ancho de banda)	154

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)	87
Gráfico 2. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 30%)	88
Gráfico 3. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)	88
Gráfico 4. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)	89
Gráfico 5. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)	90
Gráfico 6. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 30%)	91
Gráfico 7. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)	91
Gráfico 8. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 80%)	92
Gráfico 9. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)	93
Gráfico 10. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)	94
Gráfico 11. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)	94
Gráfico 12. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 80%)	95
Gráfico 13. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)	96
Gráfico 14. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 30%)	97
Gráfico 15. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)	97
Gráfico 16. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 80%)	98
Gráfico 17. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)	100
Gráfico 18. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)	100
Gráfico 19. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)	101
Gráfico 20. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)	101
Gráfico 21. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)	103
Gráfico 22. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)	103
Gráfico 23. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)	104
Gráfico 24. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)	104
Gráfico 25. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)	106
Gráfico 26. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)	106
Gráfico 27. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)	107
Gráfico 28. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)	107
Gráfico 29. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)	109
Gráfico 30. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)	109
Gráfico 31. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)	110
Gráfico 32. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)	110
Gráfico 33. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)	112
Gráfico 34. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 30%)	112

Gráfico 35. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)	113
Gráfico 36. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)	113
Gráfico 37. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)	115
Gráfico 38. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 30%)	115
Gráfico 39. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)	116
Gráfico 40. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)	116
Gráfico 41. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)	118
Gráfico 42. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)	118
Gráfico 43. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)	119
Gráfico 44. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)	119
Gráfico 45. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)	121
Gráfico 46. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 30%)	121
Gráfico 47. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)	122
Gráfico 48. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)	122
Gráfico 49. Latencia servidor de la red sin congestión	126
Gráfico 50. Latencia cliente de la red sin congestión	126
Gráfico 51. Latencia servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	127
Gráfico 52. Latencia cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	127
Gráfico 53. Latencia servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	128
Gráfico 54. Latencia cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	128
Gráfico 55. Latencia servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	129
Gráfico 56. Latencia cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	129
Gráfico 57. Pérdida de paquetes servidor de la red sin congestión	130
Gráfico 58. Pérdida de paquetes cliente de la red sin congestión	131
Gráfico 59. Pérdida de paquetes servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	131
Gráfico 60. Pérdida de paquetes cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	132
Gráfico 61. Pérdida de paquetes servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	132
Gráfico 62. Pérdida de paquetes cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	133
Gráfico 63. Pérdida de paquetes servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	133
Gráfico 64. Pérdida de paquetes cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	134
Gráfico 65. Jitter servidor de la red sin congestión	135
Gráfico 66. Jitter cliente de la red sin congestión	135
Gráfico 67. Jitter servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	136

Gráfico 68. Jitter cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq ..	136
Gráfico 69. Jitter servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	137
Gráfico 70. Jitter cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	137
Gráfico 71. Jitter servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	138
Gráfico 72. Jitter cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	138
Gráfico 73. Ancho de banda servidor de la red sin congestión	139
Gráfico 74. Ancho de banda cliente de la red sin congestión	140
Gráfico 75. Ancho de banda servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	140
Gráfico 76. Ancho de banda cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq	141
Gráfico 77. Ancho de banda servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	141
Gráfico 78. Ancho de banda cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq	142
Gráfico 79. Ancho de banda servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	142
Gráfico 80. Ancho de banda cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority	143
Gráfico 81. Análisis de hipótesis respecto a la latencia	147
Gráfico 82. Análisis de hipótesis respecto a la pérdida de paquetes	150
Gráfico 83. Análisis de hipótesis respecto a la latencia	152
Gráfico 84. Análisis de hipótesis respecto a la latencia	155

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

La congestión es un problema omnipresente en todas las redes de paquetes en general y en Internet (basada en protocolo IP) en particular, relacionado con la disponibilidad limitada de recursos y se manifiesta en la aparición de retardos variables entre paquetes e incluso en pérdidas de los mismos. Se produce cuando la capacidad de las líneas se encuentra a su máximo nivel, con dificultades para satisfacer la demanda de ancho de banda de los usuarios, es decir, los routers no son capaces de procesar y transmitir todos los paquetes que reciben durante un tiempo determinado.

La congelación de las imágenes y el sonido entrecortado indican la pérdida o degradación de los paquetes enviados a través de la red IP. Es un problema habitual y la saturación o la escasez de ancho de banda de las redes puede perjudicar considerablemente la calidad del servicio (QoS) que disfrutan los usuarios de la videoconferencia, obtener unas imágenes nítidas y de alta calidad no basta para tener una comunicación efectiva si los interlocutores no pueden oírse el uno al otro. Disfrutar de un sonido claro e inteligible es una parte fundamental de la videoconferencia [1].

Las aplicaciones interactivas que involucran el envío y la recepción de la voz y video no pueden tolerar grandes retardos en la recepción ni las diferencias en los índices de la recepción (jitter), pero en Internet, hoy el retardo experimentado por un paquete dado, no puede ser garantizado ni la regularidad de llegadas de los paquetes de una conexión, debido a esto, las aplicaciones de video en tiempo real no tiene la calidad de las aplicaciones en redes conmutadas por circuito (como la telefonía pública). Varias propuestas se han presentado para mejorar la calidad del servicio sobre Internet: DiffServ, MPLS (Multi Protocol Label Switching), RED (Random Early Detection), entre otros. La intención es analizarlas usando la simulación para evaluar su capacidad de mejora para las aplicaciones de Video en tiempo real [2].

En el intento de entrega al nodo destino, en cada router (basados en store-and-forward) pueden converger desde uno hasta miles de flujos de paquetes. Si la razón de llegadas de tráfico en un router es superior a la razón de salidas (impuesta por el ancho de banda disponible en el correspondiente enlace), los paquetes recibidos, tras ser inspeccionados y conmutados son temporalmente almacenados en la cola de salida. Dichos paquetes encolados en la memoria de la interfaz de salida (de naturaleza FIFO) serán posteriormente reenviados a su correspondiente IP destino de acuerdo con la tabla de encaminamiento. Esta cola puede estar constituida por paquetes de distintos tipos de flujos (reactivos y no-reactivos) y en situaciones de congestión, simplemente serán descartados aquellos paquetes que impliquen una saturación de las memorias intermedias o buffers sin importar a qué tipo de flujo pertenecen (si el router sigue una estrategia no diferenciada) o independientemente si son los causantes o no de la congestión [2].

La técnica tradicional para controlar el tamaño de las colas en routers (establecer un determinado tamaño máximo de la cola especificado en número de paquetes) denominada drop tail fue sustituida por la gestión activa de colas (AQM). El esquema AQM proporciona un mejor rendimiento en la red, la probabilidad de pérdidas de paquetes y del retardo extremo-a-extremo respecto a su predecesor. Evaluaciones realizadas a nivel de red y evaluaciones de calidad subjetiva hacen evidente que el esquema AQM tiene un impacto significativo en la calidad de servicio de aplicaciones con requerimientos de tiempo real (Video en tiempo real) [2].

El retraso o latencia en video en tiempo real se caracteriza por el tiempo que tarda la voz en salir de la boca del que está hablando y en llegar al oído del que está escuchando.

A través de una red con excesivo retraso, podemos tener una conversación como la siguiente: Todas las partes empiezan a hablar al mismo tiempo y entonces todas dejan de hablar cuando oyen que otros lo hacen. Después de una pausa apropiada, todos empiezan a hablar de nuevo, sólo paran cuando oyen que todos los demás también están hablando de nuevo. Para la mayoría de la gente, los 250 ms es el umbral de retraso aceptable para evitar las colisiones en las conversaciones.

Retraso punto a punto

La gente que está acostumbrada a las llamadas internacionales a través de las rutas por satélite tendrá una tolerancia de retraso alta, un hecho apreciable para los diseñadores de redes de voz internacionales por paquete.

Es importante minimizar el retraso en las redes de voz no sólo para evitar las colisiones de conversaciones, sino también para mitigar los reflejos no deseados de la señal de audio (ecos).

El grado en que los ecos son molestos en una conversación telefónica se basa en la amplitud del eco y en el retraso del mismo. Al reducir el retraso extremo a extremo en su red, cualquier eco presente es menos molesto para los usuarios.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General

Analizar los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes para la transmisión del tráfico de Video en tiempo real

1.2.2. Objetivos Específicos

- Estudiar los mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes para la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.
- Analizar y comparar los mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes en para la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.
- Crear un ambiente de pruebas para verificar la aplicación de los mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes para la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.
- Proponer una guía para la implementación de un mecanismo de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes en para la transmisión de tráfico de Video en tiempo real que permita proveer de una adecuada QoS a este tipo de tráfico.

1.3. Alcance

1.3.1. Justificación.

La mayoría de las aplicaciones de Internet sin requisitos de tiempo real, utilizan el protocolo TCP para recuperar los paquetes perdidos en situaciones de congestión, así como para adoptar medidas reactivas en caso de congestión regulando el volumen de tráfico generado [3]. En cambio, con el fin de establecer el menor retardo posible, el protocolo de transporte para las aplicaciones multimedia en Internet utiliza por lo general los servicios de UDP. Al no ofrecer control de congestión, UDP no es sensible a la dinámica de la red, como si lo hace TCP. Por lo que, cuanto mayor sea la cantidad de flujos UDP que se estén transmitiendo en la red, aumenta la probabilidad de sobrecarga en los routers.

La severidad del problema de la congestión crece en magnitud al crecer el volumen de las demandas de tráfico [4]. De ahí que el problema de la congestión se ve agravado por el hecho de la aparición de aplicaciones que utilizan audio y vídeo, las cuales generan enormes cantidades de tráfico a veces de forma regular, pero otras de forma impredecible (dependiendo de que el codificador sea de bit-rate constante o no).

El protocolo de Internet (IP), como previamente se ha comentado, es un protocolo no orientado a la conexión, proporciona un servicio de paquetes no fiable denominado "best effort", su función sólo es hacer el mejor esfuerzo para entregar un paquete.

En el intento de entrega al nodo destino, en cada router (basados en store-and-forward) pueden converger desde uno hasta miles de flujos de paquetes. Si la razón de llegadas de tráfico en un router es superior a la razón de salidas (impuesta por el ancho de banda disponible en el correspondiente enlace), los paquetes recibidos, tras ser inspeccionados y conmutados son temporalmente almacenados en la cola de salida. Dichos paquetes encolados en la memoria de la interfaz de salida (de naturaleza FIFO) serán posteriormente reenviados a su correspondiente IP destino de acuerdo con la tabla de encaminamiento. Esta cola puede estar constituida por paquetes de distintos tipos de flujos (reactivos y no-reactivos) y en

situaciones de congestión, simplemente serán descartados aquellos paquetes que impliquen una saturación de las memorias intermedias o buffers sin importar a qué tipo de flujo pertenecen (si el router sigue una estrategia no diferenciada) o independientemente si son los causantes o no de la congestión [5].

Una vez que un determinado router sufre congestión, la calidad del servicio de transporte se deteriora, aunque exista exceso de ancho de banda en todo el resto de la ruta. Por lo que, la dinámica del comportamiento de reenvío de los routers es determinante en la calidad del servicio ofrecido a nivel de red.

Al igual que ocurre en la línea de la cabina de peaje, en la gestión de colas existe el concepto de Primero en entrar, primero en salir (First In First Out, FIFO). La gestión de colas del tipo FIFO fue la primera que se utilizó en los enrutadores y sigue utilizándose actualmente, dependiendo de la topología de la red.

Las redes actuales, con su variedad de aplicaciones, protocolos y usuarios, requieren una manera diferente para clasificar el tráfico. Existen varias herramientas de gestión de colas que permiten al administrador de la red especificar qué tipo de tráfico es "especial" o importante y organizar la cola del tráfico sobre la base de esa información en lugar de hacerlo conforme al orden de llegada de los paquetes.

Cada interfaz del enrutador tiene una cola para retener paquetes en espera de la transmisión. El usuario tiene un gran control sobre lo que pasa con esos paquetes. Cualquier iniciativa de QoS en la red debería empezar por optimizar las normas de gestión de colas de la interfaz. Una gran parte de la sintonización de la red IP para la integración de voz y datos está relacionada con las normas de gestión de colas.

Las normas de gestión de colas se han desarrollado históricamente para dirigir dos temas principales:

Proporcionar las solicitudes QoS para aplicaciones identificadas.

Proporcionar una distribución equitativa de los recursos de ancho de banda.

El primer objetivo es enfocar el retraso de la administración y la variación del retraso en las aplicaciones que se han seleccionado. El segundo es enfocar la razonabilidad total en las aplicaciones que compartan el ancho de banda. Estos objetivos de diseño no son complementarios. Dar una baja latencia y fluctuación de fase a una aplicación puede hacer que sufran otras. Si el algoritmo de cola distribuye bastante ancho de banda, las aplicaciones de alta prioridad pueden experimentar un retraso excesivo o variaciones en el retraso. Las soluciones mencionadas anteriormente para los objetivos anteriores se dirigen a uno u otro problema, pero no a ambos.

Los algoritmos de gestión de colas han dirigido los problemas anteriores desde dos perspectivas técnicas:

Administrar la profundidad de la cola.

Programar el orden de envío de los paquetes [6].

Los algoritmos como la Detección anticipada aleatoria (RED) y Weighted RED (WRED) administran activamente la profundidad de cola de la interfaz (es decir, el número de paquetes de la cola), por lo que la cola no se llena continuamente. Estos algoritmos también se llaman mecanismos de congestión-prevención. Una cola que esté llena constantemente es inutilizable, porque descarta cualquier ráfaga de tráfico. Es mejor seleccionar qué tráfico descartar a descartar cualquier paquete que llegue, porque puede tener alta prioridad. Por ejemplo, un enrutador puede descartar paquetes Video en tiempo real sin querer si un búfer de la interfaz está demasiado lleno para alojarlos.

A excepción de WRED, las técnicas de gestión de colas que se describen a continuación se califican como planificadoras de paquetes. La planificación de paquetes controla el orden en el cual los paquetes dejan una interfaz, basándose en normas definidas administrativamente. La

norma de encolamiento más relevante para Video en tiempo real es asegurarse de que los paquetes Video en tiempo real [7].

1.4. Descripción Técnica de la Infraestructura

El ambiente de pruebas permite realizar un análisis de los mecanismos de gestión activa colas para lo cual se utilizó un escenario de pruebas apegado a la realidad que permitió obtener resultados los mismos que son analizados e interpretados determinando el mejor mecanismo de gestión activa de colas para evitar el congestionamiento de la red y así brindar una QoS en la transmisión de video en tiempo real.

Se configuró y analizo las técnica de descarte selectivo de paquetes RED y sus alternativas en los algoritmos de gestión activa de colas CBWFQ+WRED, LLQ y RTP PRIORITY para proveer QoS en la transmisión de video en tiempo real en redes WAN en un ambiente practico actual con una exploración de los parámetros que permitió obtener datos cuantitativos para valorar los resultados y así establecer comparativos de dichas técnicas.

Los aspectos de comparación pueden ser variados y muy amplios, por lo que habrá que acotar de alguna manera el ámbito de la tesis. Nos centraremos característicamente en aquellos parámetros que estén orientados a aplicaciones en tiempo real

Se tomó en cuenta los parámetros que definen globalmente la calidad de servicio para escoger el que se adecue al ambiente de pruebas y que a su vez permita interpretar el resultado: Siendo estos parámetros cuantitativos: el ancho de banda, el tiempo que se demora desde que se envía el paquete hasta que se recibe, conocido como delay, la variación del retraso Jitter, y la cantidad de paquetes perdidos.

1.5. Hipótesis

El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de video en tiempo real.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

El presente capítulo trata de consolidar una revisión literaria de todos los temas relacionados con la investigación de los mecanismos de gestión activa de colas para la transmisión de video en tiempo real, se pretende alcanzar un sólido conocimiento de la fundamentación teórica para iniciar con la investigación, así como los principales aspectos que nos guíen en el desarrollo del presente trabajo, esto nos permitirá que el conocimiento de teórico adquirido poder aplicarlo en la fase práctica con conocimiento de causa.

2.1. Gestión Activa de colas

Consiste en crear distintas colas de tráfico, a las que se les asigna un nivel de prioridad distinto. La cola de alta prioridad podría enrutar el tráfico sin demora, mientras que la de baja prioridad lo haría cuando hubiera recursos disponibles. Es importante que el tráfico de una cola no bloquee completamente el tráfico de las otras. Por este motivo, existen distintos modelos de gestión de colas: desde el modelo simple de estricta priorización descrito anteriormente, hasta el que asigna distintos recursos a cada cola, pasando por otros más dinámicos. La asignación de los paquetes a cada tipo de cola se haría con técnicas de clasificación de paquetes [8].

2.1.1. Fundamentos de la Gestión Activa de Colas

Una vez que se cuenta con mecanismos que permiten aplicar distinta QoS a distintos tipos de tráfico, el siguiente paso sería definir la calidad de servicio a aplicar a cada tipo de tráfico. De este asunto se ocupa lo que se ha venido a llamar política de calidad de servicio. Estas políticas especifican cómo se utilizan los mecanismos de diferenciación de tráfico y cómo se asignan los recursos.

Este punto es importante porque, no sólo se pueden aplicar distintos tratamientos a los distintos tipos de tráfico, sino que esta diferenciación también podría ser aplicable a distintos usuarios o a los distintos niveles de servicios contratados por los usuarios. Por ejemplo, podría

haber usuarios de pago, que reciben una cierta QoS, mientras que el resto recibiría una QoS inferior. En ambos casos se trataría de transmisión de voz, pero el tratamiento sería distinto.

El IETF ha definido un protocolo conocido como COPS (Common Open Policy Service, 'Servicios comunes de políticas de uso abiertas'), especificado en la RFC2748, que se encarga de la administración, configuración y aplicación de las políticas de uso de la red.

COPS es un protocolo cliente-servidor que se compone de los siguientes elementos:

- PEP (Policy Enforcement Point, 'Punto de aplicación de la política de uso'). Se trata de los dispositivos que aplican las reglas (clientes COPS). COPS considera la posibilidad de definir distintos tipos de clientes.
- PDP (Policy Decision Point, 'Punto de decisión de la política de uso'). Se trata del servidor donde están configuradas las políticas de uso para todos los tipos de tráfico y de servicios (servidor COPS).

Cuando un PEP necesita aplicar cualquier regla se lo pregunta a un PDP para que tome la decisión oportuna. Mientras que el PEP viene a ser como la policía, el PDP hace el papel de juez.

Gracias a COPS se puede disponer de un modelo donde las políticas de uso se definen de forma centralizada. Los elementos PEP de la red, simplemente consultan los servidores PDP antes de tomar cualquier decisión. El protocolo COPS utiliza TCP como protocolo de transporte para asegurar la fiabilidad del intercambio de mensajes.

En el modelo COPS se contempla la posibilidad de que el cliente COPS disponga de una cierta autonomía de toma de decisión. La unidad local de toma de decisión se conoce como LPDP (Local Policy Decision Point, 'Punto de decisión local de la política de uso') [9].

2.1.2. Notificación Explícita de la Congestión (ECN)

Para marcar los paquetes con el tipo de prioridad correspondiente se utiliza el campo ToS (Type of Service, 'Tipo de servicio') de IPv4 o el campo clase de tráfico (Traffic Class) de IPv6 como se muestra en la figura 4. Aunque estos campos tienen ocho bits, el sistema DiffServ sólo utiliza los primeros 6 bits, a los que les asigna el nombre de campo DS (Differentiated Services, 'Servicios diferenciados'). Los otros dos bits, conocidos como ECN (Explicit Congestion Notification, 'Notificación explícita de la congestión'), se utilizan actualmente de forma experimental para mecanismos de control de congestión. Por cierto, al tipo de prioridad se lo conoce también como tipo de servicio o tipo de comportamiento PHB.

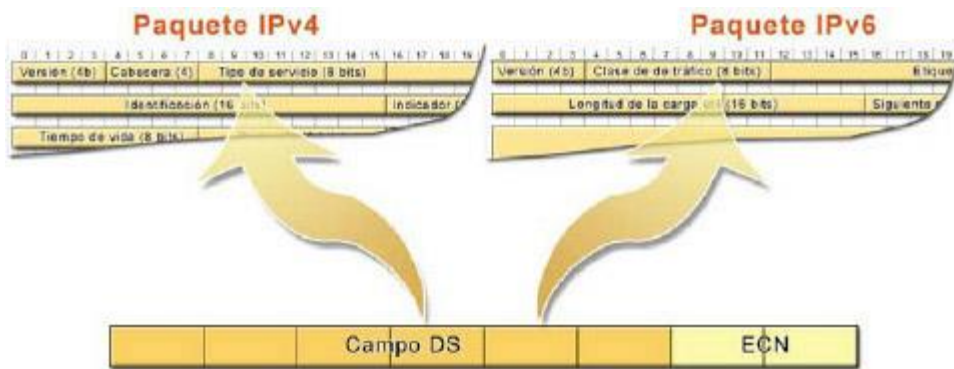


Figura 4. Notificación explícita de la congestión

Fuente:

http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

Para fijar la prioridad se utiliza un código numérico, conocido como DSCP (Differentiated Services Codepoint, 'Código de servicios diferenciados'). En general, cuanto mayor es el valor de este código, mayor es la prioridad asignada al paquete [10].

2.2. RTP

En los años 90, el IETF creó un grupo de trabajo conocido como Audio-Video Transport Working Group (Grupo de trabajo para el transporte de audio y vídeo). Su finalidad era desarrollar un protocolo que permitiera el transporte de datos en tiempo real. En 1996 se publicaría el estándar RFC 1886 que define el conjunto de protocolos RTP y RTCP. Este estándar quedaría actualizado en 2003 por el RFC3550 y complementado con la RFC3551 y RFC3711.

RTP es el acrónimo de Real Time Transport Protocol (Protocolo de transporte en tiempo real) y se encarga de añadirle a los paquetes UDP el número de secuencia, la marca de tiempo y la identificación del tipo de carga útil que transportan. Por su parte, RTCP (RTP Control Protocol, 'protocolo de control RTP') se encarga de informar al remitente de la calidad de recepción y de la identidad de los interlocutores como se muestra en la figura 5.

El protocolo RTP opera encima de UDP. Esto quiere decir que cuando UDP recibe los paquetes se los entrega al protocolo RTP, quien resuelve los posibles problemas que pudieran ocasionar la pérdida de paquetes o el cambio de orden de llegada. Para poder hacer esto, RTP le añade cierta información adicional a los paquetes, como son: un número de orden y el momento en el que el paquete, mientras que la segunda resulta útil para calcular parámetros de calidad como el retardo o las fluctuaciones de retardo (jitter). En realidad, RTP no hace nada para resolver estos problemas, pero los detecta e informa a los protocolos de capas superiores (a la aplicación de VoIP) para que puedan tomar las decisiones correspondientes.

<i>Aplicación</i>	Audioconferencia
<i>Presentación</i>	G.729, G.723, G.711
<i>Sesión</i>	H.323, SIP, SDP
<i>Transporte</i>	RTP / RTCP ----- TCP, UDP
<i>Red</i>	IP
<i>Enlace</i>	
<i>Físico</i>	

Figura 5. Protocolo RTP/RTCP dentro del modelo OSI

Fuente:

http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GVRL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

El protocolo RTCP se utiliza para el intercambio de información de control (número de paquetes perdidos, retardo, jitter, etc.) entre los distintos participantes de la sesión.

En circunstancias normales, el protocolo RTP y RTCP se utilizan conjuntamente, por lo que cuando se asigna un número de puerto a una sesión RTP, también se asigna otro para la

sesión RTPCP correspondiente. Generalmente, el número de puerto de la sesión RTP es un número par entre 1.026 y 65.534 (por defecto el 5.004), mientras que el de la sesión RTCP es el número impar correlativo (por defecto el 5.005). No obstante, el uso del protocolo RTCP no es imprescindible para el funcionamiento de la comunicación, por lo que algunas aplicaciones de VoIP le ofrecen al usuario la posibilidad de desactivarlo, aunque esto suponga que no se intercambie información sobre la calidad de la transmisión.

Los protocolos RTP/RTCP pueden ser utilizados tanto para la transmisión de información multimedia unicast (unidifusión) como multicast (multidifusión) como se muestra en la tabla 1 y 2. Esto quiere decir que pueden utilizarse tanto para transmisiones en las que hay un solo emisor y receptor (unicast), así como para aquellas en las que un mismo emisor transmite simultáneamente para distintos receptores (multicast) [11].

Tabla 1. Listado de números de identificación de codees de RTP

CÓDIGO	CODIFICACIÓN	AUDIO/VÍDEO	FRECUENCIA (Hz)	CANALES (Audio)	RFC
000	PCMU	Audio	8.000	1	RFC3551
001	Reservado				
002	G726-32	Audio	8.000	1	
003	GSM	Audio	8.000	1	RFC3551
004	G723	Audio	8.000	1	Kumar
005	DVI4	Audio	8.000	1	RFC3551
006	DVI4	Audio	16.000	1	RFC3551
007	LPC	Audio	8.000	1	RFC3551
008	PCMA	Audio	8.000	1	RFC3551
009	G722	Audio	8.000	1	RFC3551
010	L16	Audio	44.100	2	RFC3551
011	L16	Audio	44.100	1	RFC3551
012	QCELP	Audio	8.000	1	
013	CN	Audio	8.000	1	RFC3389
014	MPA	Audio	90.000	1	RFC3551, RFC2250
015	G728	Audio	8.000	1	RFC3551
016	DVI4	Audio	11.025	1	DiPol
017	DVI4	Audio	22.050	1	DiPol
018	G729	Audio	8.000	1	
019	Reservado				
020–023	Sin asignar	Audio			
024	Sin asignar	Vídeo			
025	CeIB	Vídeo	90.000		RFC2029
026	JPEG	Vídeo	90.000		RFC2435
027	Sin asignar	Vídeo			

CÓDIGO	CODIFICACIÓN	AUDIO/VÍDEO	FRECUENCIA (Hz)	CANALES (Audio)	RFC
028	nv	Vídeo	90.000		RFC3551
029-030	Sin asignar	Vídeo			
031	H261	Vídeo	90.000		RFC2032
032	MPV	Vídeo	90.000		RFC2250
033	MP2T	Aud./Vid.	90.000		RFC2250
034	H263	Vídeo	90.000		Zhu
035-071	Sin asignar	Vídeo			
072-076	Reservado				
077-095	Sin asignar				

Fuente:

http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GVR&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

Tabla 2. Listado de números de identificación de codecs de RTP

CÓDIGO	CODIFICACIÓN	AUDIO/VÍDEO	FRECUENCIA (Hz)	CANALES (Audio)	RFC
000	PCMU	Audio	8.000	1	RFC3551
001	Reservado				
002	G726-32	Audio	8.000	1	
003	GSM	Audio	8.000	1	RFC3551
004	G723	Audio	8.000	1	Kumar
005	DVI4	Audio	8.000	1	RFC3551
006	DVI4	Audio	16.000	1	RFC3551
007	LPC	Audio	8.000	1	RFC3551
008	PCMA	Audio	8.000	1	RFC3551
009	G722	Audio	8.000	1	RFC3551
010	L16	Audio	44.100	2	RFC3551
011	L16	Audio	44.100	1	RFC3551
012	CELP	Audio	8.000	1	
013	CN	Audio	8.000	1	RFC3389
014	MPA	Audio	90.000	1	RFC3551, RFC2250
015	G728	Audio	8.000	1	RFC3551
016	DVI4	Audio	11.025	1	DiPol
017	DVI4	Audio	22.050	1	DiPol
018	G729	Audio	8.000	1	
019	Reservado				
020-023	Sin asignar	Audio			
024	Sin asignar	Vídeo			
025	CellB	Vídeo	90.000		RFC2029
026	JPEG	Vídeo	90.000		RFC2435
027	Sin asignar	Vídeo			
028	nv	Vídeo	90.000		RFC3551
029-030	Sin asignar	Vídeo			
031	H261	Vídeo	90.000		RFC2032
032	MPV	Vídeo	90.000		RFC2250
033	MP2T	Aud./Vid.	90.000		RFC2250
034	H263	Vídeo	90.000		Zhu
035-071	Sin asignar	Vídeo			
072-076	Reservado				
077-095	Sin asignar				
096-127	Para uso de los tipos dinámicos				RFC3551

Fuente:

http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GVR&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

2.3. Calidad de Servicio

Las redes IP hacen lo posible por gestionar absolutamente todo el tráfico que reciben de sus usuarios. Cuando este tráfico se mantiene dentro de unos límites, los paquetes van pasando de nodo en nodo hasta llegar a su destino sin sufrir mayores inconvenientes como se muestra en la figura 7. No obstante, conforme el tráfico aumenta, determinados dispositivos o enlaces de la red empiezan a estar saturados, con lo que los paquetes se van almacenando en memorias intermedias (búferes) para irlos gestionando poco a poco conforme se van liberando los recursos. Si se llegan a saturar las memorias intermedias, los nuevos paquetes que llegan se desechan directamente. Este modelo de red basado en hacer todo lo posible (lo que en inglés se conoce como best effort network) tiene el inconveniente de no poder garantizar que los paquetes vayan a llegar a su destino o el tiempo que van a tardar en hacerlo. Por otro lado, como las cargas de trabajo se producen de forma aleatoria en distintos dispositivos de la red, los paquetes de una misma sesión pueden sufrir retardos distintos, dando lugar a jitter o fluctuación de retardo [12].

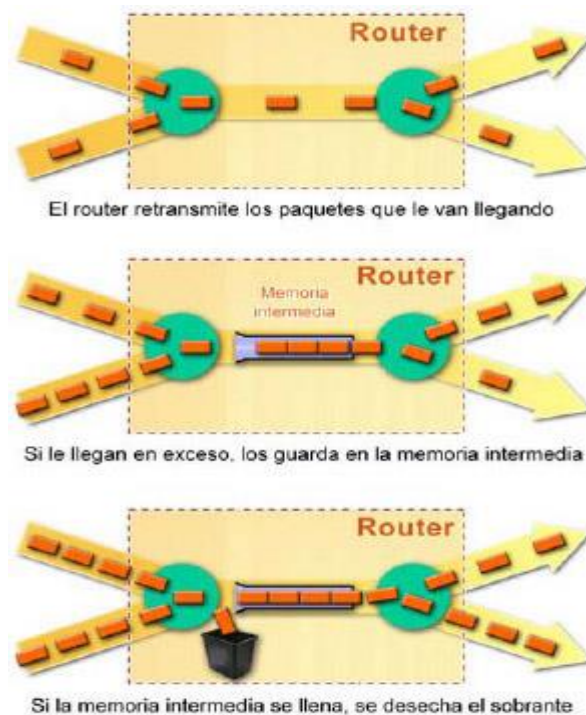


Figura 7. Funcionamiento del router

Fuente:
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GVRL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

Ciertamente, si los paquetes que sufren retraso corresponden a un correo electrónico, a una página Web o a una transferencia de archivo, estos milisegundos adicionales que les lleva alcanzar su destino no suponen una merma del servicio. Por otro lado, para evitar la pérdida de paquetes se diseñó el protocolo TCP. Con este protocolo se detecta dicha pérdida y se reenvía el paquete; eso sí, a cambio de cierto retardo. Como se puede suponer, el problema se produce cuando estos paquetes pertenecen a aplicaciones de tiempo real (transmisiones de voz y vídeo fundamentalmente) como se indica en tabla 3 y 4. En estos casos, un retardo adicional de unos milisegundos o la fluctuación del retardo de los distintos paquetes, puede degradar significativamente la calidad de servicio. Esto quiere decir que, en estos casos, la voz o el vídeo se escucharán o se verá con peor calidad [13].

Tabla 3. Necesidades de los distintos tipos de tráfico de las redes IP

APLICACIÓN	ANCHO DE BANDA	RETARDO	FLUCTUACIÓN DE RETARDO	ERRORES O PÉRDIDAS
Correo electrónico	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Transferencia de archivo	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Navegación Web	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Alta</i>
Datos interactivos	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Difusión de audio	<i>Mediana</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>
Voz	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>
Difusión de vídeo	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>
Vídeo y audio interactivo	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>

Fuente:
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=esPOCH_cons&it=r&p=GVRL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

Tabla 4. Necesidades de los distintos tipos de tráfico de las redes IP

APLICACIÓN	ANCHO DE BANDA	RETARDO	FLUCTUACIÓN DE RETARDO	ERRORES O PÉRDIDAS
Correo electrónico	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Transferencia de archivo	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Navegación Web	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Alta</i>
Datos interactivos	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
Difusión de audio	<i>Mediana</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>
Voz	<i>Mediana</i>	<i>Mediana</i>	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>
Difusión de vídeo	<i>Alta</i>	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>
Vídeo y audio interactivo	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>	<i>Alta</i>	<i>Mediana</i>

Fuente:
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=esPOCH_cons&it=r&p=GVRL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

2.3.1. QoS en transmisión de Video en tiempo real

Dado que distintas aplicaciones como, por ejemplo, teléfono, correo electrónico y video vigilancia, videoconferencia pueden utilizar la misma red IP, es necesario controlar el uso compartido de los recursos de la red para satisfacer los requisitos de cada servicio. Una solución es hacer que los enrutadores y los conmutadores de red funcionen de maneras distintas para cada tipo de servicio (voz, datos y vídeo) del tráfico de la red como se muestra en la figura 9. Al utilizar la Calidad de servicio (QoS), distintas aplicaciones de red pueden coexistir en la misma red sin consumir cada una el ancho de banda de las otras.

El término Calidad de servicio hace referencia a una cantidad de tecnologías, como DSCP (Differentiated Service Codepoint), que pueden identificar el tipo de datos que contiene un paquete y dividir los paquetes en clases de tráfico para priorizar su reenvío. Las ventajas principales de una red sensible a la QoS son la priorización del tráfico para permitir que flujos importantes se gestionen antes que flujos con menor prioridad, y una mayor fiabilidad de la red, ya que se controla la cantidad de ancho de banda que puede utilizar cada aplicación y, por lo tanto, la competencia entre aplicaciones en el uso del ancho de banda. El tráfico PTZ, que a menudo se considera crítico y requiere una latencia baja, es un caso típico en el que la QoS puede garantizar respuestas rápidas a solicitudes de movimiento. El requisito previo para utilizar QoS en una red de vídeo es que todos los conmutadores, enrutadores y productos de vídeo en red admitan QoS [14].

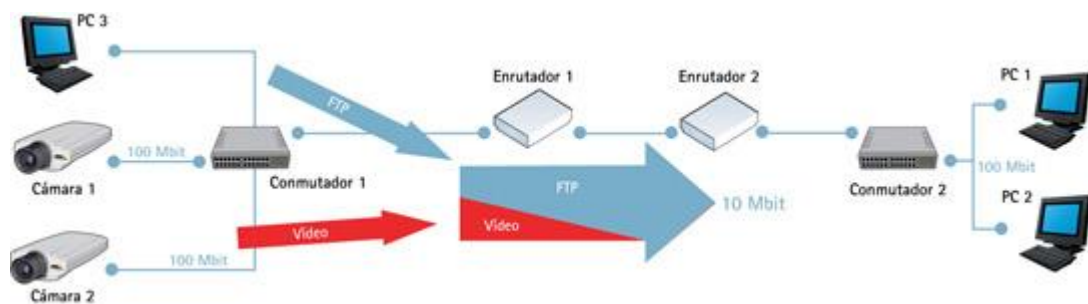


Figura 9. Transmisión de Video en tiempo real sin QoS

Fuente: http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/qos.htm

Red ordinaria (sin QoS). En este ejemplo, PC1 está reproduciendo dos secuencias de vídeo

de las cámaras 1 y 2. Cada cámara transmite a 2,5 Mbit/s. De repente, PC2 inicia una transferencia de archivos desde PC3. En este escenario, la transferencia de archivos intentará utilizar la capacidad total de 10 Mbit/s entre los enrutadores 1 y 2 como se muestra en la figura 10, mientras que las secuencias de vídeo intentarán mantener su total de 5 Mbit/s. Así, ya no se puede garantizar la cantidad de ancho de banda destinada al sistema de vigilancia y probablemente se reducirá la frecuencia de imagen de vídeo. En el peor de los casos, el tráfico del FTP consumirá todo el ancho de banda disponible [14].

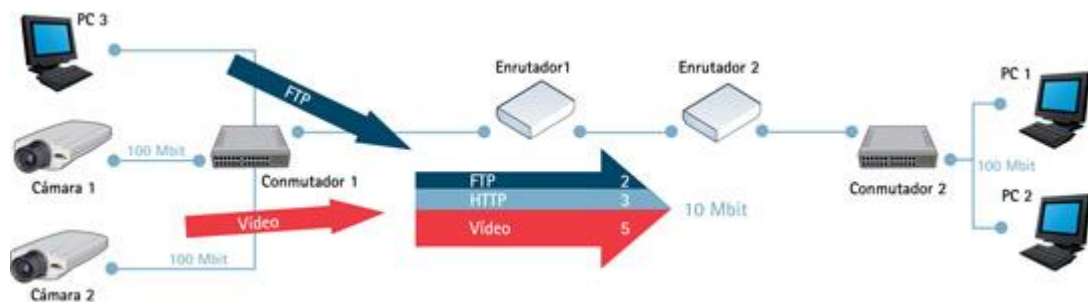


Figura 10. QoS en Transmisión de Video en tiempo real

Fuente: http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/gos.htm

Red con QoS. En este escenario, se ha configurado el enrutador 1 para dedicar hasta 5 Mbit/s de los 10 disponibles a la transmisión de vídeo. El tráfico del FTP puede utilizar un máximo de 2 Mbit/s, y HTTP, junto con el resto del tráfico, pueden utilizar un máximo de 3 Mbit/s. Con esta división, las transmisiones de vídeo siempre tendrán disponible el ancho de banda que necesitan. Las transferencias de archivos se consideran menos importantes y, por lo tanto, obtienen menor ancho de banda; sin embargo, aún quedará ancho de banda disponible para la navegación web y el resto del tráfico. Hay que tener en cuenta que estos valores máximos sólo se aplican en caso de congestión en la red. El ancho de banda disponible que no se use se podrá utilizar por cualquier tipo de tráfico [14].

2.4. Elementos que deterioran la QoS percibida por el usuario

2.4.1. Pérdida de paquetes

La pérdida de paquetes ocurre cuando uno o más paquetes de datos que viajan en una red IP fallan en alcanzar su destino. La causa de la pérdida de paquetes es debida varios factores, entre los que se puede nombrar, degradación de la señal al viajar por el medio, interconexiones de la red sobrecargadas, paquetes con error rechazados en el tránsito, falla en el hardware de la red, o rutinas normales de enrutamiento como se muestra en la figura 11. Cuando la pérdida

de paquetes es causada por problemas en la red, los paquetes perdidos pueden resultar en problemas de desempeño que causen fallas notables en el desempeño de la red, sin embargo la pérdida de paquetes no siempre es tan dañina, como por ejemplo cuando es usada para contrarrestar la latencia.

Se considera que la pérdida de paquetes de entre un 5% y un 10% del total de flujo de datos llega a ser perceptible. Cuando existen condiciones de red de cuello de botella, se deben descartar paquetes. Para esto, los protocolos de red como TCP tienen un control de congestión conocido como slow start, en que se evita que el emisor de la información reenvíe aquellos paquetes que no fueron recepcionados para no colapsar la red sino hasta un cierto periodo [15].

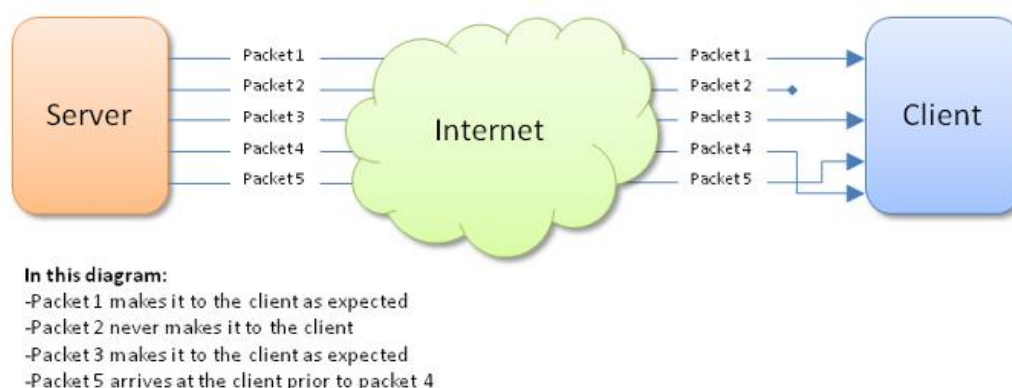


Figura 11. Pérdida de paquetes

Fuente: <http://vic-en-fime.blogspot.com/2013/02/redes-de-telecomunicaciones-lab-4.html>

2.4.2. Demora / Jitter

El retardo por jitter o simplemente jitter es usualmente definida como la variación en el tiempo de llegada al punto receptor, sufrida entre paquetes de datos sucesivos. Los paquetes deberían llegar igualmente espaciados entre si para permitir una conversión transparente a voz analógica. La medición del jitter se realiza en segundos y expresa la distorsión que ocurre en el patrón original de datos enviados, o dicho de otra manera la degradación que ocurre en tiempo sobre la calidad de data como se muestra en la figura 12. El jitter solo tiene sentido cuando es medido a un set de datos y no a datos individuales [16].

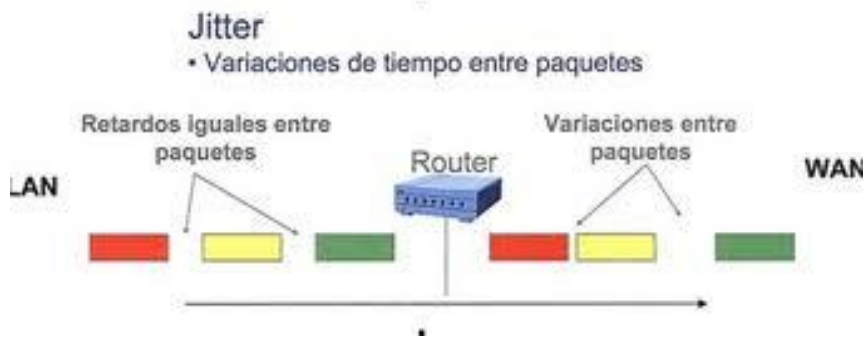


Figura 12. Jitter en redes Lan Wan
Fuente: <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/731/3/Anexo%202.pdf>

2.4.3. Ancho de banda en IP para video

Como se ha visto, la codificación digital de video utiliza algoritmos de compresión, los que generan codificación de largo variable y flujos de ancho de banda también variables. Para una aplicación determinada, el ancho de banda requerido en una red IP dependerá del tipo de codificación utilizada (MPEG-1, 2, 4, H264, etc.), del tamaño de la pantalla (SD, CIF, QCIF, etc), del tipo de cuantización seleccionado y del movimiento y textura de la imagen. Al ancho de banda propio de la señal de video se le debe sumar la sobrecarga de los paquetes IP, UDP y RTP y para la LAN, de las tramas Ethernet. A diferencia de la codificación de audio de tasa de Por otra parte, en la Figura 3.2, tomada de, se muestra como varía el ancho de banda requerido usando diversos codificadores, en función de la calidad de la imagen, para una secuencia de video particular ("Tempete", src22), en resolución CIF a 15 Hz. Puede verse como para una misma calidad (medida en este caso como PSNR), MPEG-2 requiere de aproximadamente el doble de ancho de banda que H.264/AVC. bits constantes, donde los anchos de banda pueden calcularse en forma exacta en base únicamente al codec utilizado, la codificación de video es estadística, y depende de la imagen transmitida, por lo que los cálculos son también aproximados y estadísticos. En video, generalmente, se puede establecer la tasa de bits o ancho de banda deseado, y el codec varía dinámicamente sus parámetros de codificación para alcanzar el ancho de banda establecido, a expensas de modificar la calidad.

Como se puede ver, el ancho de banda de las señales de video puede variar notoriamente, desde valores cercanos a los 64 kb/s (para baja resolución de pantalla, imágenes con poco

movimiento, baja cantidad de cuadros por segundo), hasta varios Mb/s (para resoluciones medias o altas).

En redes IP, el “overhead” o sobrecarga depende de la forma de encapsulado utilizada. Como se mencionó anteriormente como se muestra en la figura 13, los protocolos IP/UDP/RTP tienen 40 bytes, y Ethernet otro 26 bytes. En el caso de MPEG-2, utilizando MTS encapsulados en RTP, se pueden incluir hasta 7 paquetes MTS dentro de un mismo paquete IP. Cada MTS tiene 4 bytes de cabezal y 184 bytes de contenido. Por tanto, un paquete IP con MPEG-2 está formado como se muestra en la siguiente figura:

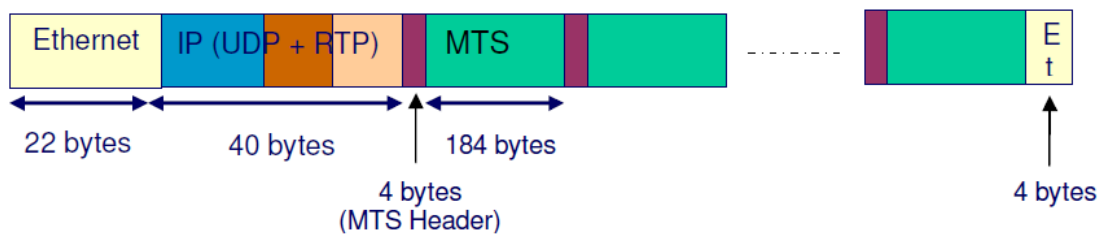


Figura 13. Ancho de Banda

Fuente: <http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefonia%20sobre%20IP.pdf>

En un paquete IP se pueden incluir $7 \times 184 = 1288$ bytes de contenido MPEG-2, y por otra parte hay $40 + 4 \times 7 = 68$ bytes de cabezales a nivel de capa 3 (IP) y 94 bytes de cabezales a nivel de capa 2 (en Ethernet). Por lo tanto, el ancho de banda de MPEG-2 transportado en RTP es 5.3% ($68/1288$) mayor que el ancho de banda propio del video en capa 3 (IP) y 7.3% ($94/1288$) mayor que el ancho de banda propio del video en capa 2 (Ethernet).

En el caso de H.264 encapsulado directamente sobre RTP, sin utilizar TS, se pueden enviar hasta 1430 bytes de “payload” en un paquete IP/UDP/RTP, por lo que el ancho de banda en capa 3 es 2.8% ($40/1430$) mayor que el del propio video codificado y en capa 2 es 4.6% ($66/1430$) mayor que el del propio video codificado [17].

2.4.4. Retraso o Latencia (Delay)

El retardo en transmisión o delay es usualmente definido como el tiempo que transcurre entre la emisión de los datos, hasta el momento en que llegan al receptor. El retardo es una medida que expresa el tiempo gastado en el subsistema de comunicación.

Este parámetro es también conocido en el ámbito de las telecomunicaciones como latencia (latency). La causa de este retardo es que cuando la data es procesada esta fluye a través de una gran cantidad de componentes y subsistemas de comunicación, situados en el sistema receptor así como en la red. Cada uno de esos componentes pueden ser caracterizados por su velocidad de procesamiento y por la capacidad de almacenamiento (buffers) donde los datos esperan para ser procesados como se muestra en la figura 14. La suma de todas las contribuciones de retardos individuales vista como un todo es lo que genera el parámetro reconocido como retardo.

El máximo retardo que es el que ocurre de extremo a extremo conocido como mouth-to-ear (de boca a oído) recomendado para conversaciones en tiempo real no debe exceder los 150 ms [18].

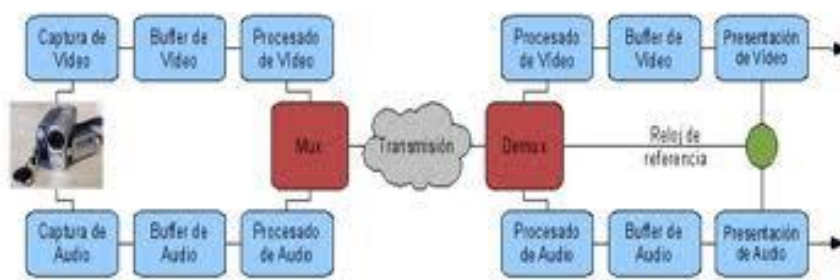


Figura 14. Latencia en transmisión de video

Fuente: <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/731/3/Anexo%202.pdf>

2.5. Mecanismo de gestión activa de colas

2.5.1. Gestión de Colas

El encolamiento de paquetes es natural en una interfaz congestionada, es por esto que existen diferentes algoritmos de encolamiento que nos permiten controlar la congestión, priorizando un tipo de tráfico sobre otro.

La principal causa de la congestión en las interfaces es la diferencia de velocidad que existe entre ellas, la figura 15 habla por sí sola.

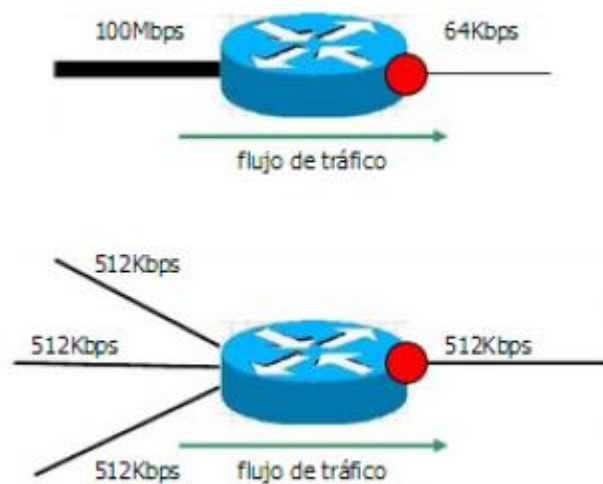


Figura 15. Gestión de colas
Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

Si no se aplica QoS (Quality of Service) en la Red MPLS y Cliente en la entrega del servicio, no habrá problemas hasta que se produzca congestión en la Red. Si no hay congestión actúa el encolamiento por hardware, que es una sola cola (FIFO). Si hay congestión actúan los encolamientos por software para manejar las colas. (PQ, WFQ, WRR, SRR, CBWFQ y LLQ).

Si hay congestión lo primero que se ve afectado es la telefonía IP, lo sigue la video conferencia y los datos críticos.

Dependiendo del tipo de aplicaciones que se estén manejando, se debe determinar qué algoritmo de encolamiento será el más conveniente [19].

2.5.2. Gestión de colas FIFO

Es el tipo más simple de encolamiento, se basa en el siguiente concepto: el primer paquete en entrar a la interfaz, es el primero en salir. Es adecuado para interfaces de alta velocidad, sin

embargo no para bajas, ya que FIFO es capaz de manejar cantidades limitadas de ráfagas de datos. Si llegan más paquetes cuando la cola está llena, éstos son descartados. No tiene mecanismos de diferenciación de paquetes, tratando a todos los flujos por igual, ya que el retardo medio de cola aumenta para todos los flujos a medida que la congestión aumenta. Esto hace es especialmente perjudicial para las aplicaciones de tiempo real que sufrirán mayores retardos, jitters y pérdidas como se muestra en la figura 16.

Otra característica, durante los periodos de congestión, el encolamiento FIFO beneficia a los flujos UDP sobre los TCP. Cuando se produce una pérdida de paquete debido a la congestión, las aplicaciones basadas en TCP reducen su tasa de transmisión, pero las aplicaciones basadas en UDP continúan transmitiendo paquetes al mismo ritmo que antes sin percatarse de la pérdida de paquetes.

- Usa la técnica de almacenamiento y reenvío
- En su forma más sencilla, el mecanismo de cola FIFO, se encarga de almacenar paquetes cuando hay congestión en la red, y a enviarlos cuando tiene la posibilidad, manteniendo el orden de llegada, es decir, que no ofrece ninguna prioridad de unos paquetes sobre otros.
- Es el método más rápido.
- Este es el mecanismo que se suele utilizar por defecto, como ya comentamos anteriormente cuando hablamos de „best-effort“.
- Cisco lo utiliza por defecto en enlaces superiores a T1 (1.5 Mbps)
- FIFO está limitado por su búfer.
- Este algoritmo, al igual que ocurre con el resto de mecanismo de cola, tiene como limitación la capacidad de su bufer en momentos de congestión.
- No es recomendable para QoS.
- Hoy en día se necesitan algoritmos más sofisticados, que permiten diferenciar entre distintos tipos de paquete, por lo que este método está cayendo en desuso [20].



Figura 16. Gestión de colas FIFO

Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

2.5.3. Gestión de colas por Prioridad

Generalmente conocida como WFQ (Weighted Fair Queueing), es un método automatizado que provee una justa asignación de ancho de banda para todo el tráfico de la red, utilizado habitualmente para enlaces de velocidades menores a 2048 [Mbps]. WFQ ordena el tráfico en flujos, utilizando una combinación de parámetros. Por ejemplo, para una conversación TCP/IP, se utiliza como filtro el protocolo IP, dirección IP fuente, dirección IP destino, puerto de origen, etc. Una vez distinguidos estos flujos, el enrutador determina cuáles son de uso intensivo o sensibles al retardo, priorizándolos y asegurando que los flujos de alto volumen sean empujados al final de la cola, y los volúmenes bajos, sensibles al retardo, sean empujados al principio de la cola. WFQ es apropiado en situaciones donde se desea proveer un tiempo de respuesta consistente ante usuarios que generen altas y bajas cargas en la red, ya que WFQ se adapta a las condiciones cambiantes del tráfico en la red como se muestra en la figura 17.

Sin embargo, la carga que significa para el procesador en los equipos de enrutamiento, hace de esta metodología poco escalable, al requerir recursos adicionales en la clasificación y manipulación dinámica de las colas.

- Da prioridad estricta al tráfico importante
- Asegura que el tráfico importante reciba un servicio rápido en cada punto de la red, donde está mecanismo este presente.
- Existen 4 clases de prioridad de tráfico
- En el mecanismo PQ, cada uno de los paquetes debe de ser colocado en una de las cuatro posibles colas (alta, media, normal, baja prioridad), servidas en riguroso orden de prioridad, lo cual puede crear inanición.
- Ofrece garantías totales.

- Las prioridades se definen por filtros en los routers.
- Clasificación: Protocolo, interfaz de acceso dirección de origen y destino, tamaño del paquete.
- La prioridad de los paquetes puede diferenciarse por diversos medios, como: el protocolo de red, el interfaz del router por el que llegue el paquete, el tamaño del paquete y la dirección de origen o destino.
- Los paquetes que no se puedan clasificar serán asignados a la cola de prioridad normal.
- Inconveniente: Este método es estático y no se adapta a los requerimientos de la red.
- Además, puede crear inanición, es decir dejar fuera de servicio a tráfico menos prioritario [21].

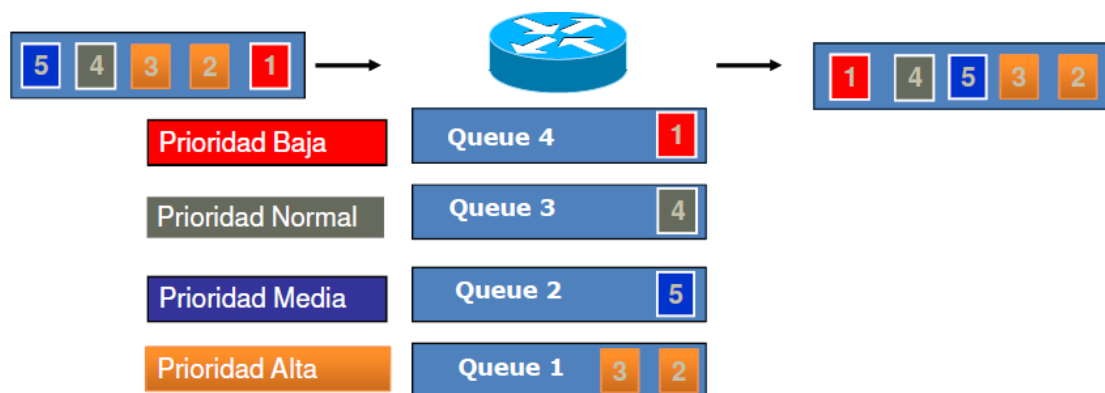


Figura 17. Gestión de colas por prioridad
Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

2.5.4. Gestión de colas Personalizada

Para evadir la rigidez de PQ, se opta por utilizar Encolamiento Personalizado (CQ). Permite al administrador priorizar el tráfico sin los efectos laterales de inanición de las colas de baja prioridad, especificando el número de paquetes o bytes que deben ser tendidos para cada cola. Se pueden crear hasta 16 colas para categorizar el tráfico, donde cada cola es atendida al estilo Round-Robin. CQ ofrece un mecanismo más refinado de encolamiento, pero no asegura una prioridad absoluta como PQ. Se utiliza CQ para proveer a tráficos particulares de un ancho de banda garantizado en un punto de posible congestión, asegurando para este tráfico una

porción fija del ancho de banda y permitiendo al resto del tráfico utilizar los recursos disponibles como se muestra en la figura 18.

Permite que las aplicaciones compartan la red

- CQ fue diseñado para permitir que varias aplicaciones compartieran la red, y que además tuvieran asignado un ancho de banda mínimo garantizado, y unas garantías aceptables en cuanto a los retrasos.
- El ancho de banda se reparte equitativamente.
- En este método el ancho de banda debe de ser compartido proporcionalmente entre las aplicaciones o usuarios en forma de Round Robin o cuantos de tiempo, sin dejar tráfico fuera de servicio.
- No da garantías estrictas [22].

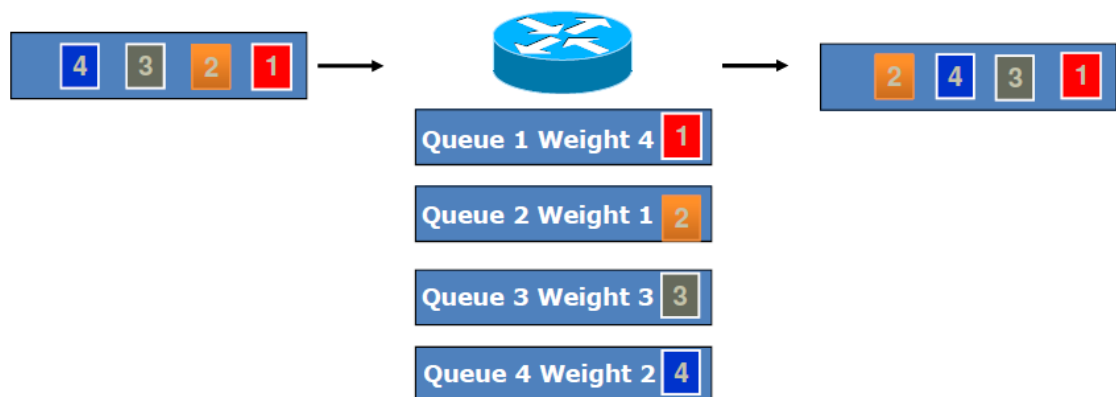


Figura 18. Gestión de colas personalizada
Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

2.5.5. Gestión de Colas Apropriada Ponderada (WFQ)

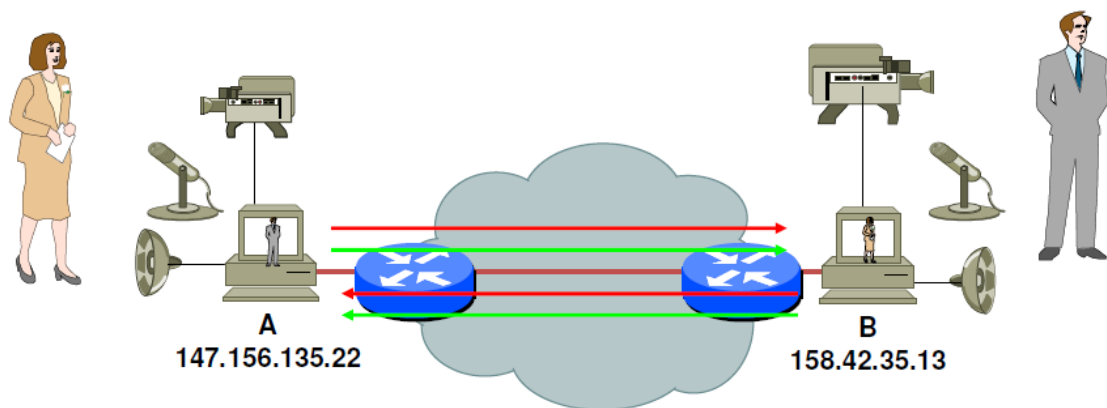
WFQ tiene algunas limitaciones de escalamiento, ya que la implementación del algoritmo se ve afectada a medida que el tráfico por enlace aumenta; colapsa debido a la cantidad numerosa de flujos que analizar. CBWFQ fue desarrollada para evitar estas limitaciones, tomando el algoritmo de WFQ y expandiéndolo, permitiendo la creación de clases definidas por el usuario, que permiten un mayor control sobre las colas tráfico y asignación del ancho de banda.

Algunas veces es necesario garantizar una determinada tasa de transmisión para cierto tipo de tráfico, lo cual no es posible mediante WFQ, pero si con CBWFQ. Las clases que son posibles implementar con CBWFQ pueden ser determinadas según protocolo, ACL, valor DSCP, o

interfaz de ingreso. Cada clase posee una cola separada, y todos los paquetes que cumplen el criterio definido para una clase en particular son asignados a dicha cola. Una vez que se establecen los criterios para las clases, es posible determinar cómo los paquetes pertenecientes a dicha clase serán manejados. Si una clase no utiliza su porción de ancho de banda, otras pueden hacerlo. Se puede configurar específicamente el ancho de banda y límite de paquetes máximos (o profundidad de cola) para cada clase. El peso asignado a la cola de la clase es determinado mediante el ancho de banda asignado a dicha clase como se muestra en la figura 19.

WFQ es adaptativo a los cambios en la red

- Los mecanismos vistos anteriormente son estáticos, y por lo tanto no se adaptan a los cambios producidos en la red. Por ello ha sido necesario un mecanismo como WFQ, que es adaptativo.
- No proporciona garantías totales como PQ.
- Proporciona un buen tiempo de respuesta
- WFQ es adecuado para situaciones donde se necesite un buen tiempo de respuesta, para usuarios que hagan tanto un uso elevado de la red, tanto como para los que hagan un uso más leve, sin añadir ancho de banda adicional.
- Cisco lo utiliza por defecto en enlaces inferiores a T1 (1,5 Mbps)
- WFQ es un algoritmo basado en flujos.
- WFQ es un algoritmo de cola basado en flujos (o sesiones), que realiza dos tareas simultáneamente y de forma automática:
- Organiza el tráfico (de tiempo real), poniéndolo al principio de la cola, reduciendo así el tiempo de respuesta.
- Comparte equitativamente el resto del ancho de banda, entre el resto de tráfico de alta prioridad.
- WFQ asegura que las diferentes colas no se queden privadas de un mínimo ancho de banda, de modo que el servicio proporcionado al tráfico es más predecible.
- Considera flujos de poco caudal con flujos sensibles al retardo, por ej. VOIP
- No es escalable dentro de una gran red [23].



- Flujo vídeo A->B: 147.156.135.22:2056 -> 158.42.35.13:4065
- Flujo audio A->B: 147.156.135.22:3567 -> 158.42.35.13:2843
- ← Flujo vídeo B->A: 158.42.35.13:1734 -> 147.156.135.22:6846
- ← Flujo audio B->A: 158.42.35.13:2492 -> 147.156.135.22:5387

Figura 19. Gestión de Colas Apropiaada Ponderada (WFQ)

Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

2.5.5.1. Ventajas

- Es simple de configurar.
- Garantiza ancho de banda para todos los flujos y descarta paquetes en flujos agresivos.

2.5.5.2. Desventajas

- No siempre hay una cola por flujo.
- No permite clasificación manual.
- No se puede asegurar un ancho de banda fijo [30].

2.5.6. Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ)

La falta de escalabilidad de WFQ se soluciona con Class Based WFQ. La estructura interna del interface de salida se muestra a continuación:

2.5.6.1. DEFINICIÓN DE CLASES

Las clases utilizadas en CBWFQ pueden asociarse a:

- Flujos (direcciones origen-destino, protocolo, puertos)
- Prioridades (campo DS differentiated service, otras etiquetas)

- Interfaces de entrada/salida
- VLAN

Estas clases se implementan filtrando el tráfico con filtros en los routers. Este proceso se llama clasificación de tráfico, que puede ir acompañado a su vez con proceso de marcado de paquetes como se muestra en la figura 20.

El servicio recibido en función de esta clasificación se asocia a la política de servicio.

2.5.6.2. Ventajas

- Configuración modular (MQC).
- Ancho de banda garantizable, es posible priorizar un tráfico sobre otro.
- Los pesos garantizan un mínimo de ancho de banda para las clases con menor prioridad.
- El ancho de banda no utilizado se reparte entre las otras clases.
- No está limitado a un máximo [24].

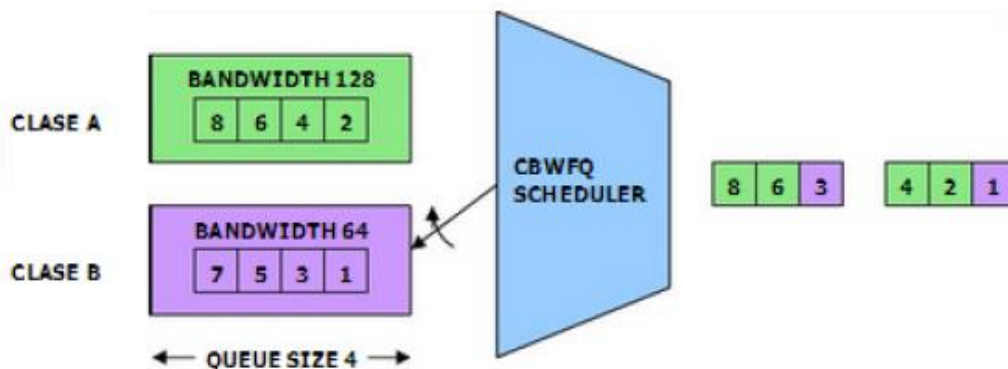


Figura 20. Gestión de colas apropiada ponderada basada en clases (CB-WFQ)
Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

2.5.7. Gestión de Colas de Baja Latencia (PQ dentro de CB-WFQ)

El Encolamiento de Baja Latencia (LLQ) es una mezcla entre PQ y CBWFQ. Es actualmente el método de encolamiento recomendado para ToIP, que también trabajará apropiadamente con tráfico de videoconferencias. LLQ consta de colas de prioridad personalizadas, basadas en clases de tráfico, en conjunto con una cola de prioridad, la cual tiene preferencia absoluta sobre las otras colas.

Si existe tráfico en la cola de prioridad, ésta es atendida antes que las otras colas de prioridad personalizadas. Si la cola de prioridad no está encolando paquetes, se procede a atender las otras colas según su prioridad. Debido a este comportamiento es necesario configurar un ancho de banda límite reservado para la cola de prioridad, evitando la inanición del resto de las colas. La cola de prioridad que posee LLQ provee de un máximo retardo garantizado para los paquetes entrantes en esta cola, el cual es calculado como el tamaño del MTU dividido por la velocidad de enlace como se muestra en la figura 21.

LLQ es recomendable para tráfico multimedia Voice over IP (VoIP) que requiere de unas características muy especiales: bajo retardo y jitter.

Se agrega una cola de alta prioridad al CBWFQ { PQ+CBWFQ }

La cola prioritaria siempre va a ser atendida antes que las demás.

La cola prioritaria se distingue por tener el comando priority en lugar del comando bandwidth utilizado en CBWFQ.

Si se configuran varias clases como tráfico de alta prioridad, todas las clases entrarán a la misma cola.

Garantiza baja latencia y ancho de banda en la cola prioritaria

2.5.7.1. Ventajas

- Tiene todas las ventajas de CBWFQ.
- Ancho de banda y baja latencia garantizable para tráficos de tiempo real.
- Previene que la cola de alta prioridad monopolice la utilización de la capacidad disponible, fijándole un límite.
- Se configura y aplica igual que CBWFQ, la diferencia es que la clase en la cual se requiere alta prioridad [25].

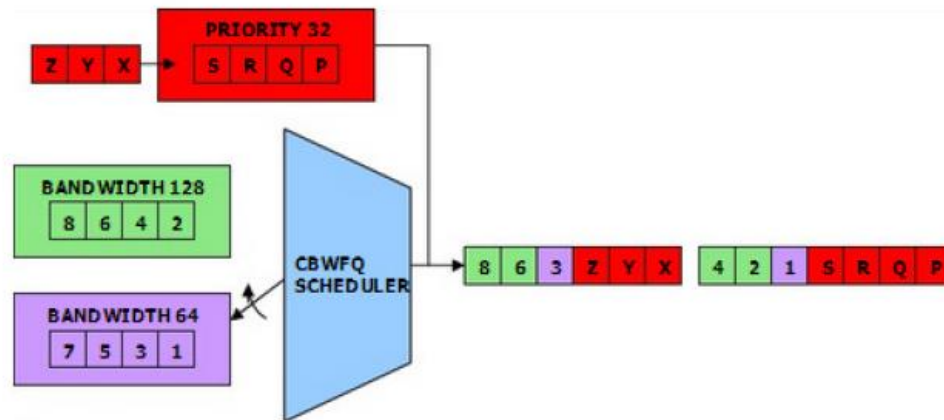


Figura 21. Gestión de colas de baja latencia (PQ dentro de CB-WFQ)
Fuente: <http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>

2.5.8. Prioridad RTP

Hasta aquí nos hemos referido a las técnicas de encolamiento desde la perspectiva de un escenario de cola simple. El modelo de cola de la interface (gestión de colas multietapa) es útil para aunar los conflictivos requisitos de la QoS de flujos específicos y el ancho de banda equitativo para todos los flujos. La cola del primer escenario identifica el tráfico de prioridad alta que no puede tolerar retrasos y fluctuaciones de fase. El tráfico restante pasa a través de una segunda cola, que proporciona un tratamiento equitativo a los distintos flujos de datos.

Para VoIP, este modelo de gestión de colas multietapa se implementa con la función Prioridad IP RTP. Cuando esta función está habilitada, todo el tráfico RTP que usa puertos UDP específicos se coloca aparte en la cola de escenario simple y se envía directamente al búfer transmitido. El tráfico restante utiliza WFQ o CB-WFQ para destinar de forma equitativa el ancho de banda a los flujos de tráfico o clases.

Observe que la prioridad RTP proporciona un retraso y fluctuaciones de fase bajas en la ruta de audio de la conversación VoIP, pero la configuración de la llamada, destrucción y cualquier otro mensaje de señalización debe seguir cruzando la cola del segundo escenario. En el caso de interfaces ocupadas, CB-WFQ mejora el rendimiento de los mensajes de señalización de llamada [26].

2.5. Descarte selectivo de paquetes

Tradicionalmente la gestión de colas en los routers, se realiza descartando paquetes cuando el buffer se llena.(este mecanismo se denomina Drop-Tail). Recientemente, se han propuesto nuevos mecanismos de gestión de colas, uno de los más populares es RED (Random Early Detection) propuesto por [27]. RED tiene el potencial de resolver algunos de los problemas encontrados en Drop-Tail tales como sincronización de flujos TCP y correlación de los eventos de descarte dentro de un flujo TCP (se descartan múltiples paquetes en secuencia). En RED los paquetes son aleatoriamente descartados antes de que el buffer esté lleno, y la probabilidad de descarte se incrementa con el tamaño promedio de la cola como se muestra en la figura 22. RED es un mecanismo poderoso para controlar el tráfico. Puede proveer una mejor utilización de la red que Drop-Tail si se usa apropiadamente, pero puede inducir inestabilidad en la red e importantes perturbaciones del tráfico si no está configurado adecuadamente. La configuración de RED ha sido un problema, en varios estudios se trata este inconveniente [28]. El problema común es que cada configuración propuesta solo es buena para unas determinadas condiciones de tráfico pero puede producir efectos no deseados si es usado bajo otras condiciones [29].

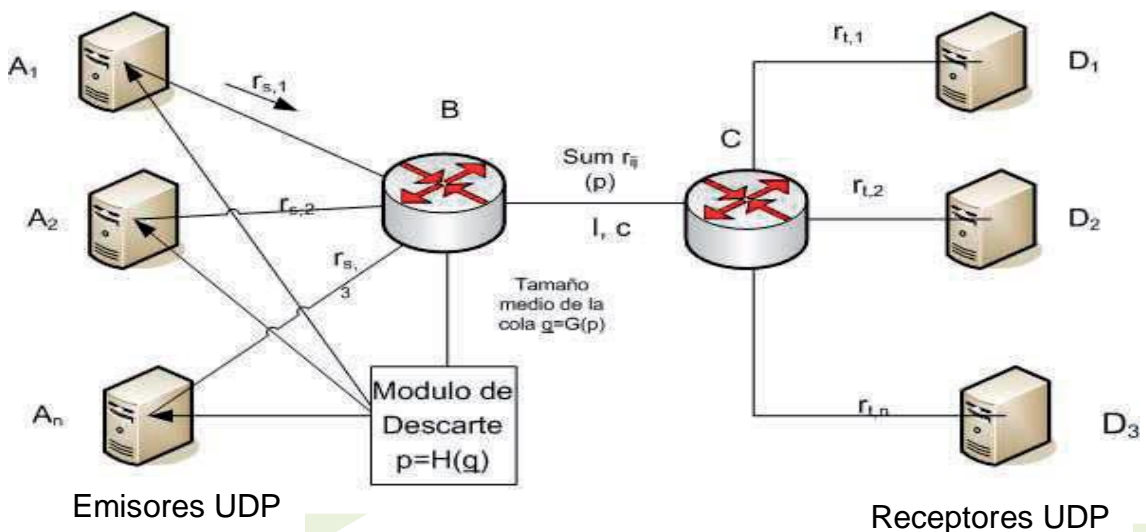


Figura 22. Descarte de paquetes

Fuente: <http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/2906/2843>

Existen mecanismos para el tratamiento de la congestión de la red que son beneficiosos. Entre estos se encuentran: RED (Random Early Detection), WRED (Weighted Random Early Detection) y DWRED (Distributed WRED), los cuales evitan la congestión de la red y la probabilidad de pérdida. En caso de producirse una fuerte congestión pueden ser capaces de

realizar el descarte de paquetes oportunos, es decir, no realizando un descarte de paquetes al azar, lo cual podría producir por ejemplo, la eliminación de un paquete clave que produjera la reacción del algoritmo slow-start de TCP [30].

2.6.1 Detección temprana aleatoria

La detección temprana aleatoria RED (Random Early Detection) es un mecanismo propuesto por Sally Floyd y Van Jacobson a principios de los 90s para direccionar la congestión de red en una respuesta más bien de manera reactiva. Lo fundamental en este mecanismo es la premisa que la mayor parte de tráfico se ejecuta sobre las implementaciones de transporte de datos que son sensibles a la pérdida y temporalmente se retardaría cuando algo de su tráfico sea descartado. TCP, el cual responde apropiadamente, incluso con firmeza, al descarte de tráfico mediante el retardo de su transmisión de tráfico,

Efectivamente permite el comportamiento de descarte de tráfico de RED para trabajar como un mecanismo de señalización de prevención de congestión.

Al considerar la utilidad de RED cuando transportes robustos como TCP son generalizados, es importante considerar seriamente las implicaciones negativas de emplear RED cuando un porcentaje significativo de tráfico no es robusto en respuesta a la pérdida de paquetes.

En definitiva, RED es un mecanismo que previene situaciones de congestión mediante el tratamiento de comunicaciones de red cuando el enlace comienza a presentar signos tempranos de saturación. En consecuencia, con RED habilitado, un enlace nunca debería alcanzar el punto de congestión porque este mecanismo limitará el flujo de paquetes antes que esto suceda. Esto también tiene como efecto la normalización del ancho de banda usado en un enlace y mantenerlo en la capacidad pico [31].

2.6.1.1. Funcionamiento

RED trabaja por descarte aleatorio de paquetes de diferentes conversaciones. Utiliza ventana deslizante de TCP/IP y mecanismos de recuperación rápida para forzar la comunicación a reducir la velocidad en la cual se están transmitiendo paquetes, en consecuencia reduce el uso de ancho de banda de esa conversación particular. Mediante la aplicación de este principio aleatorio a varias comunicaciones en marcha como se muestra en figura 23, RED puede

retrasar las cosas ya que detecta que un enlace se aproxima a un estado de congestión. RED no es apropiado en situaciones donde el tráfico UDP es predominante, esto porque RED no tiene efectos apreciables sobre este.

Con el fin de comprender como opera RED, es importante entender el mecanismo fundamental que RED utiliza para reducir las comunicaciones. La figura 22., muestra el mecanismo de ventana deslizante de TCP [31].

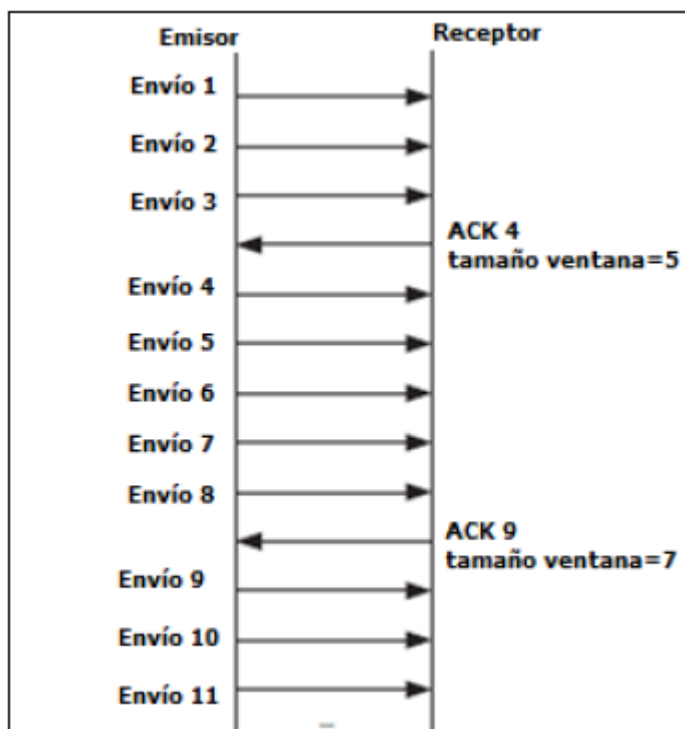


Figura 23. Ventana deslizante

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/128/1/T-ESPE-029520.pdf>

A medida que el remitente envía trenes de paquetes, el receptor reconoce el último paquete del tren e informa que la transmisión fue satisfactoria. Además, instruye al remitente que puede aumentar el número de paquetes por tren o tamaño de ventana, en su siguiente transmisión. En la figura. 24., el tamaño de la ventana de la transmisión aumenta de 3 a 5 a 7 paquetes. Si no se controla, las sesiones TCP incrementarán su tamaño de ventana hasta que un paquete es descartado y un NAK es enviado por el receptor, o hasta que una salida de secuencia ACK es recibida por el remitente. En este punto, TCP recupera en la última secuencia ACK

satisfactoria y reduce el tamaño de ventana en un intento de lograr una comunicación exitosa [31].

Cuando múltiples sesiones TCP operan sobre un enlace común, todas aumentarán el tamaño de sus ventanas deslizantes tanto como las ACKs satisfactorias son recibidas.

Gradualmente esta progresión sincronizada consume el ancho de banda del enlace hasta que el enlace este congestionado. En este punto, todas las conversaciones TCP experimentan un error de transmisión, resultando un descarte considerable en el uso de ancho de banda tal como todas las conexiones TCP se mueven a tamaños de ventana deslizante más pequeños simultáneamente. Este proceso es llamado sincronización global, y crea problemas sobre el enlace debido al hecho que todas las corrientes de entonces comenzarán a retroceder simultáneamente, guiando a otra situación de congestión. Este ciclo continúa una y otra vez, creando picos y valles de utilización de ancho de banda en el enlace [31].

RED trata de prevenir esta fluctuación en ancho de banda mediante el descarte aleatorio de paquetes de varias conexiones mientras el enlace se aproxima a un estado de congestión. Por lo tanto, las ventanas de las conexiones TCP se reducen una por una tal como el algoritmo aleatorio de RED desecha paquetes desde sus conexiones. Esto resulta en una normalización de tráfico de red cerca al punto de congestión del enlace, en lugar de tener retornos masivos tal como todas las conexiones TCP descartan paquetes cuando alcanzan el punto de congestión de la conexión. La figura 24., muestra el efecto de RED en un tamaño de ventana deslizante TCP cuando descarta un paquete al azar de esa conexión. En este ejemplo, cuando RED descarta el paquete 7, el siguiente paquete recibido por el receptor es el paquete 8, el mismo que está fuera de secuencia. El receptor envía de regreso un segundo ACK por el último tren paquete válido recibido y reduce el tamaño de la ventana deslizante a usar por el remitente [31].

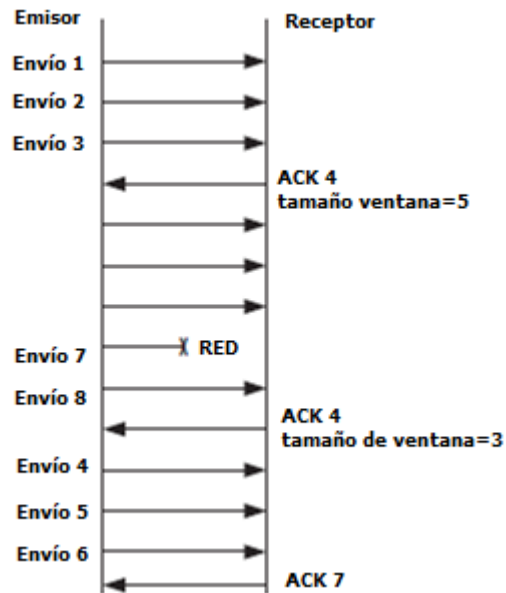


Figura 24. El efecto de RED en un tamaño de ventana deslizante TCP
Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/128/1/T-ESPE-029520.pdf>

2.6.1.2. Probabilidad de descarte de paquete

La probabilidad de descarte de paquete está basada en el umbral mínimo, en el umbral máximo y en el denominador de probabilidad de marca.

Cuando la profundidad de cola promedio está por encima del mínimo umbral, RED comienza con el descarte de paquetes. La tasa de descarte de paquete aumenta linealmente de acuerdo a cómo el tamaño de cola promedio aumenta hasta que alcance el máximo umbral.

El denominador de probabilidad de marca es la fracción de paquetes descartados cuando la profundidad de cola promedio está en el máximo umbral. Por ejemplo, si el denominador es 256, uno de cada 256 paquetes es descartado cuando la cola promedio está en el máximo umbral.

Cuando el tamaño de cola promedio está por encima del máximo umbral, todos los paquetes son descartados. La figura 25., resume la probabilidad de descarte de paquete [31].

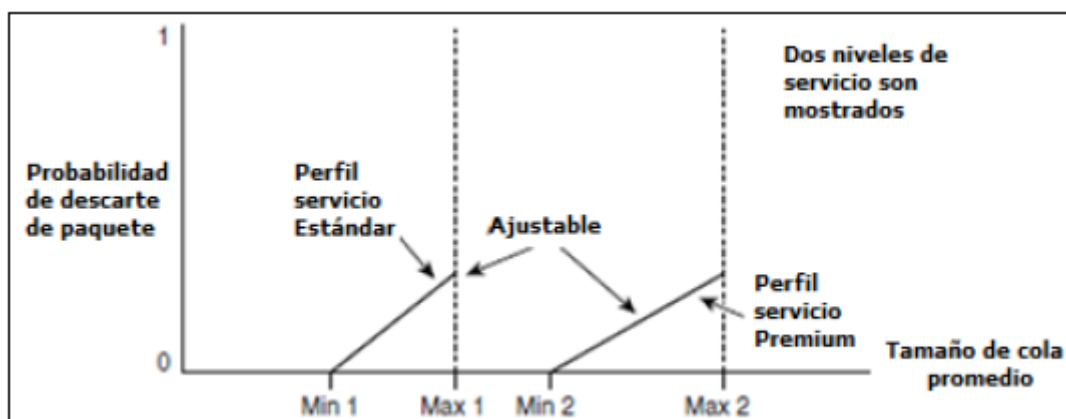


Figura 25. Probabilidad de descarte de paquete RED
 Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/128/1/T-ESPE-029520.pdf>

El valor mínimo de umbral debería ser establecido lo suficientemente alto como para maximizar la utilización de la conexión. Si el mínimo umbral es demasiado bajo, los paquetes podrían ser descartados innecesariamente, y la conexión de transmisión no sería utilizada totalmente.

La diferencia entre el umbral máximo y el mínimo debería ser lo suficientemente grande como para evitar la sincronización global de los hosts TCP. Si la diferencia entre ellos es demasiado pequeña, muchos paquetes serían descartados a la vez, dando lugar a la sincronización global [31].

2.6.1.3. Necesidad sobre una red de comunicación

RED es útil en conexiones donde la congestión de tráfico TCP/IP es esperada. No utiliza clasificación de tráfico o priorización en relación los descartes aleatorios, sino más bien indiscriminadamente descarta paquetes cuando detecta inminente congestión de la conexión. El beneficio de RED es que la utilización de la conexión se normalizará cerca de su capacidad máxima. Sin RED, la utilización promedio en realidad será menor, con el uso real fluctuante tal como las conexiones alcanzan el punto de congestión y luego todas las sesiones TCP retornan simultáneamente.

Esta distribución razonable de descartes no toma en cuenta otros factores como una precedencia IP de paquete. Como con la técnica de encolamiento equitativo, RED puede hacer uso de un mecanismo que toma en cuenta la precedencia IP de un paquete. Por lo tanto, fijaría

descartes menos aleatorios proporcionando menos descartes para paquetes con precedencia alta. Este proceso es conocido como WRED el cual será analizado a continuación [31].

2.6.2. Detección temprana aleatoria ponderada

La detección temprana aleatoria ponderada WRED (Weighted Random Early Detection) combina las capacidades del algoritmo RED con la característica de la precedencia IP de proporcionar un tratamiento preferencial para el tráfico que incluye paquetes de mayor prioridad. Selectivamente, WRED puede descartar tráfico de prioridad más baja cuando la interfaz comienza a estar congestionada y proveer características de funcionamiento diferenciado para diferentes clases de servicio.

Para interfaces configuradas para utilizar RSVP, WRED escoge paquetes de otros flujos para descartar en lugar de los flujos con RSVP. Además, la precedencia IP domina cuáles paquetes son descartados, el tráfico que está con una precedencia baja tiene una tasa de descarte mayor y por lo tanto es más probable que se reduzca.

WRED difiere de otras técnicas de prevención de congestión como las estrategias de encolamiento porque procura anticipar y evitar la congestión además de controlar la congestión una vez que esta se produzca [31].

2.8.2.1. Beneficios

WRED efectúa detección temprana de congestión y suministra para múltiples clases de tráfico. También protege contra la sincronización global. Por estas razones, WRED es útil en cualquier interfaz de salida donde se espera que ocurra saturación.

Sin embargo, por lo general WRED es utilizado en los enrutadores de núcleo de una red en lugar de los enrutadores de borde sobre esta. Los enrutadores de borde asignan precedencias IP a los paquetes mientras van ingresando a la red de comunicación. WRED utiliza estas precedencias para determinar los diferentes tipos de tráfico.

WRED establece los umbrales por separado y pondera las diferentes precedencias IP, permitiendo proporcionar diferentes calidades de servicio en lo que respecta al descarte de paquetes para diferentes tipos de tráfico. El tráfico estándar puede ser descartado más frecuentemente que otra clase de tráfico durante los períodos de congestión [31].

2.6.2.2. Funcionamiento

Al descartar paquetes aleatoriamente antes de los períodos de congestión, WRED anuncia al origen de paquetes para disminuir su velocidad de transmisión. Si el origen de paquete está utilizando TCP, disminuye su velocidad de transmisión hasta que todos los paquetes alcanzan su destino, lo cual indica que la congestión está clareada.

Generalmente WRED descarta paquetes basado en la precedencia IP. Los paquetes con una precedencia IP mayor son menos probables para ser descartados que los paquetes con una precedencia menor. En consecuencia, si mayor es la prioridad de un paquete, mayor es la probabilidad de que el paquete será entregado.

WRED reduce las posibilidades de descarte de cola de forma selectiva descartando paquetes cuando la interfaz de salida empieza a mostrar signos de congestión. Al descartar paquetes tempranamente en lugar de esperar hasta que la cola se llene, WRED permite descartar números largos de paquetes a la vez y minimizar las posibilidades de la sincronización global. Por lo tanto, WRED permite a la línea de transmisión ser usada completamente en todo tiempo.

Adicionalmente, estadísticamente WRED descarta más paquetes de los grandes usuarios que de los pequeños. Por lo tanto, los orígenes de tráfico que generan el mayor tráfico son más probables a ser retardados que los orígenes de tráfico que generan tráfico pequeño.

WRED evita los problemas de globalización que ocurren cuando el descarte de la cola es utilizado como mecanismo de prevención de congestión. La sincronización global se manifiesta cuando múltiples hosts TCP reducen sus velocidades de transmisión en respuesta al descarte

de paquetes, entonces aumenta sus velocidades de transmisión una vez más cuando la congestión es reducida.

WRED solo es útil cuando la mayoría de tráfico es tráfico TCP/IP. Con TCP, paquetes descartados indican congestión, por lo que el origen de paquete reducirá sus velocidades de transmisión. Con otros protocolos, los orígenes de paquete pueden no responder o pueden reenviar paquetes descartados en la misma tasa. En consecuencia, el descarte de paquetes no disminuye la congestión.

WRED trata al tráfico no IP como precedencia 0, la más baja precedencia. Por tanto, el tráfico no IP, en general, es más probable a ser descartado que el tráfico IP. La figura 26., ilustra como WRED trabaja [31].

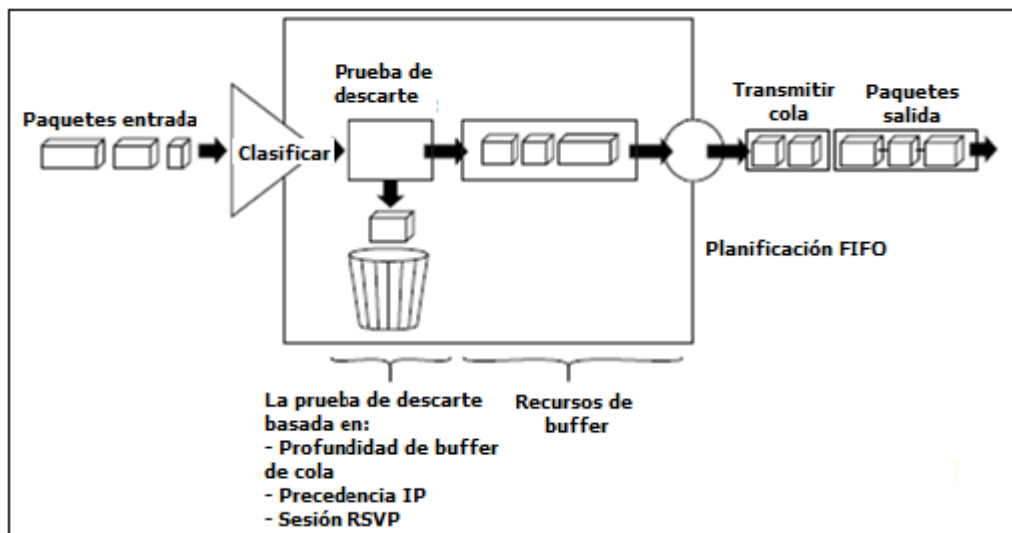


Figura. 26. Detección temprana aleatoria ponderada WRED
Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/128/1/T-ESPE-029520.pdf>

2.6.2.3. Promedio de tamaño de cola

Automáticamente el enrutador determina los parámetros a utilizar en los cálculos de WRED. El tamaño de cola promedio está basado en el promedio anterior y en el tamaño actual de la cola. La fórmula es la siguiente:

Donde n es el factor ponderado exponencial, un valor configurable por el usuario.

Para valores altos de n , el promedio anterior se hace más importante. Un factor grande suaviza los picos y baja en longitud la cola. El tamaño de cola promedio es improbable cambiar muy rápidamente, evitando cambios drásticos en el tamaño. El proceso WRED será lento al arrancar el descarte de paquetes, pero puede continuar descartando paquetes por un tiempo después de que el tamaño de cola actual haya caído por debajo del umbral.

Para valores bajos de n , el tamaño de cola promedio sigue de cerca al tamaño actual de cola. El promedio resultante puede fluctuar con cambios en los niveles de tráfico. En este caso, el proceso WRED responde rápidamente a colas largas. Una vez que la cola caiga por debajo del umbral mínimo, el proceso parará el descarte de paquetes. Si el valor de n es muy bajo, WRED reaccionará a ráfagas de tráfico temporal y descartará el tráfico innecesario [31].

2.6.3. Detección temprana aleatoria ponderada distribuida

La detección temprana aleatoria ponderada distribuida DWRED (Distributed Weighted Random Early Detection) es una implementación de WRED para el procesador de interfaz versátil VIP. DWRED proporciona un grupo completo de funciones para el VIP.

Se puede configurar DWRED y DWFQ sobre la misma interfaz, pero no se puede configurar DWRED sobre una interfaz en la cual está configurado CQ basado en RSVP, PQ o WFQ [31].

2.6.3.1. Funcionamiento

Cuando el paquete arriba y está habilitado DWRED, los siguientes eventos ocurren:

- El tamaño de cola promedio es calculado
- Si el promedio es menos que el umbral de cola mínimo, los paquetes que llegaron son encolados
- Si el promedio está entre el umbral de cola mínimo y el umbral de cola máximo, el paquete es descartado o encolado, esto depende de la probabilidad de descarte de paquete
- Si el tamaño de cola promedio es más que el umbral de cola máximo, el paquete es automáticamente descartado [31].

2.6.3.2. Beneficios

DWRED proporciona un rendimiento más rápido que WRED basado en RSVP. Se debería correr DWRED sobre VIP si se quiere alcanzar velocidades muy altas como la tasa de de 155 Mbps de OC-3, por ejemplo.

Cuando WRED o DWRED no están configurados, el descarte de cola es promulgado durante los períodos de congestión. Habilitando DWRED se evita los problemas de sincronización global que resultan cuando el descarte de la cola es utilizado para evitar la congestión.

Las características de DWRED proveen el beneficio de los flujos de tráfico consistentes. Cuando RED no está configurado, los buffers de salida se ocupan durante los períodos de congestión. Cuando estos están llenos, el descarte de la cola ocurre; todos los paquetes adicionales son descartados. Por el motivo de que los paquetes son descartados todos a la vez, la sincronización global de hosts TCP puede ocurrir como múltiples hosts TCP pueden reducir sus velocidades de transmisión. La congestión se elimina y los hosts TCP incrementan sus velocidades de transmisión, resultando en ondas de congestión seguidas por períodos cuando la conexión de transmisión no está completamente usada [31].

2.6.4. Detección temprana aleatoria ponderada basada en flujo

La detección temprana aleatoria ponderada basada en flujo FBWRED (Flow – Based Weighted Random Early Detection) es una característica que obliga a WRED permitir la mayor equidad a todos los flujos sobre una interfaz con respecto a cómo los paquetes son descartados [31].

2.6.4.1. Beneficios

Antes de considerar las ventajas que el uso de FBWRED ofrece, esto ayuda a pensar acerca de cómo WRED, sin FBWRED configurado, afecta diferentes tipos de flujos de paquetes. Incluso antes de que FBWRED clasifique flujos de paquetes, los flujos pueden ser considerados como pertenecientes a una de las siguientes categorías:

- Flujos no adaptativos, los cuales son flujos que no responden a la congestión.

- Flujos robustos, los cuales en promedio tienen una tasa de datos uniforme y se retardan en respuesta a la congestión.
- Flujos frágiles, los cuales, aunque conscientes de la congestión, tienen menos paquetes almacenados en una puerta de enlace que los flujos robustos

WRED tiende hacia el prejuicio en contra de los flujos frágiles porque todos los flujos, incluso aquellos con un número relativamente menor de paquetes en la cola de salida, son susceptibles al descarte de paquetes durante períodos de congestión. Aunque los flujos frágiles tienen menos paquetes almacenados, estos son descartados en la misma tasa como los paquetes de otros flujos.

Para proporcionar equidad a todos los flujos, FBWRED tiene las siguientes características:

- Asegura que los flujos que responden a los descartes de paquete WRED, son protegidos de los flujos que no responden a los descartes de paquete WRED
- Prohíbe un flujo simple de monopolización de recursos de almacenamiento en una interfaz [31]

2.6.4.2. Funcionamiento

FBWRED depende de los siguientes dos enfoques principales para remediar el problema de descarte de paquete no permitido:

Clasifica el tráfico de entrada dentro de flujos basado en parámetros como direcciones y puertos de origen y destino

Mantiene el estado sobre los flujos activos, los cuales son flujos que tienen paquetes en las colas de salida

FBWRED utiliza esta clasificación e información de estado para asegurar que cada flujo no consuma más que su parte permitida de los recursos de almacenamiento de salida.

FBWRED determina que flujos monopolizan recursos y penalizan en mayor medida estos flujos.

Para asegurar la equidad entre los flujos, FBWRED mantiene una cuenta del número de flujos activos que existen a través de una interfaz de salida. Dado el número de flujos activos y el tamaño de cola de salida, FBWRED determina el número de buffers disponibles por flujo.

Para que haya una cierta explosividad, FBWRED escala el número de buffers permitidos por flujo mediante un factor configurado y permite a cada flujo activo tener un cierto número de paquetes en la cola de salida. Este factor de escalamiento es común en todos los flujos. El resultado del número escalado de buffers se convierte en el límite por flujo. Cuando un flujo excede el límite por flujo, la probabilidad que un paquete de ese flujo será descartado, aumenta [31].

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La naturaleza de la propuesta de esta investigación expone características que direccionan su estudio al uso de un diseño de la Investigación **Experimental** dividida en un ambiente de pruebas con la aplicación de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas, esta investigación presenta 16 escenarios que nos permite recoger información para ser analizada y definir criterios o parámetros que van a ser medidos y comparados, con el fin de establecer o concluir, si existe mejora en el grado de conocimientos con respecto a la QoS en la transmisión de video en tiempo real.

El escenario es una red Wan en donde se van a configurar los mecanismos de gestión activa de colas que permita analizar las técnicas de descarte selectivo de paquetes; esto nos permitirá monitorear el comportamiento de las diferentes técnicas de descarte selectivo de paquetes en el mecanismo de gestión activa de colas, en diferentes estados de congestión de la red.

Se implementó un ambiente de pruebas el mismo que nos permitió realizar un análisis de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en los mecanismos de gestión activa colas, se realizó un breve estudio con alternativas de implementación de la infraestructura red aplicando las diferentes técnicas y mecanismos. Este estudio forma parte de la propuesta del modelo referencial que sirve como guía para implementar QoS en la transmisión de video en tiempo real. Para demostrar la hipótesis se implementará un escenario que permitirá determinar el mejor la mejor técnica de descarte selectiva de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas para la transmisión de video en tiempo real. El escenario tendrá implementada la red Wan apegada a la realidad sobre la cual aplicaremos las técnicas de descarte selectivo de paquetes RED y sus variantes en los mecanismos de gestión activa de colas CBWFQ+WRED, LLQ y RTP PRIORITY para proveer QoS en la transmisión de video en tiempo real. La red permitirá capturar, recolectar y analizar información con el fin de mejorar los conocimientos de las técnicas de encolamiento.

3.1. Diseño de la investigación

La investigación a realizarse es **experimental**, justificando el uso de la misma ya que el monitoreo que genera las técnicas de descarte selectivo de paquetes en los mecanismos de gestión activa de colas los cuales serán tomados al azar, ya que se pueden generar falsos positivos. Entre los parámetros de calidad de servicio: Latencia, % de Pérdida de Paquetes, Jitter, Ancho de banda, parámetros para QoS en transmisiones en tiempo real. Los mismos que podrán ser analizados por los administradores de red o de los sistemas expuestos. Sus efectos, que se quiere demostrar, como se mejora; gracias a la implementación de una guía para a aplicación de un mecanismo de gestión activa de colas en transmisiones de video en tiempo real.

3.2. Tipo de estudio

La investigación propuesta pre configura el análisis de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas, por su naturaleza la utilización del tipo de estudio de **investigación descriptiva y aplicada**, pues se utilizará el conocimiento para mejorar la comprensión de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismo de gestión activa de colas con los diferentes niveles de congestión de la red. Para lograr el control de flujo, captura, recolección y análisis de la información de los mecanismos, se realizará monitoreo en tiempo real con transmisión de video en tiempo real a través del software de videoconferencia Isabel.

3.3 Métodos, Técnicas e Instrumentos

3.3.1. Métodos

3.3.1.1. Método Científico: Su aplicación considerando que las ideas, conceptos y teorías expuestas en esta investigación son verificables y válidas, en la recolección de la información relevante y necesaria para analizar los mecanismos de gestión activa de colas, diseñar un ambiente de pruebas y finalmente proponer una guía que ayude como referencia para la implementación en una red cisco.

3.3.1.2. Método Deductivo: Se estudió en forma general las técnicas de descarte de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas con el fin de analizar y llegar a una alternativa que mejora la QoS en la transmisión de video en tiempo real.

3.3.1.3. Método Comparativo: Se utilizará este método ya que existe en esta investigación varias alternativas de implementación de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas en la transmisión de video en tiempo real; así como también se comparará el impacto y conocimiento que se presentan en los escenarios planteado.

3.3.2. Técnicas a utilizarse.

Para la recolección de información se utilizaran las técnicas que se detallan a continuación:

- Observación
- Revisión y Análisis de Documentación
- Iniciativas
- Intuición
- Razonamiento
- Recopilación de información.
- Análisis

Guía de implementación de descarte selectivo de paquetes en mecanismo de gestión activa de colas para la transmisión de video en tiempo real (ver anexo 1)

3.3.3. Instrumentos.

La naturaleza de este trabajo de investigación utiliza como instrumentos de control captura y análisis de los datos, de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas con la red congestionada y sin congestión que nos permitan medir la QoS, tomando en cuenta : Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter, Ancho de banda.

Las herramientas que nos permitirá capturar la información del comportamiento de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas son: Jperf, lperf, Someping, Ostinato, Ubuntu Isabel y el comando ping. La información captura a través de estas herramientas son almacenadas en hojas de cálculo de Microsoft Excel y además todos los datos capturados son exportados a archivos de texto plano. Estos instrumentos permitirán determinar los parámetros de comparación para las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas, en la realización del estudio que dará como resultado conseguir implementar en mejor mecanismo de gestión activa de colas que me permita mejorar la transmisión de video en tiempo real a través de la recolección y análisis de datos.

3.4. Validación de los instrumentos.

La escala de medición específica de las variables definidas para validar la investigación, define la validez de los instrumentos utilizados en la misma. Para tal efecto, las herramientas de monitoreo tienen una cuota amplia y confiable para obtener la información de las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismos de gestión activa de colas. Del análisis y el escogimiento de la alternativa que permita mejorar la QoS en una red Wan en transmisión de video en tiempo real, se puede asegurar que los instrumentos mencionados en esta investigación forman parte de la implementación.

3.5. Procesamiento de la información.

La selección del mecanismo de gestión activa de colas de entre las alternativas existentes, generará la Propuesta o Guía referencial que permitirá aplicar la Qos en la transmisión de video en tiempo real y se tomó en consideración los parámetros básicos para la QoS, que nos permitirán evaluar las cualidades y falencias de cada mecanismo de gestión activa de colas.

El monitoreo y captura de la información y del tráfico de la red del escenario de pruebas propuesto serán recolectados en dos computadores denominados Servidor y Cliente (Ubuntu Isabel) a través de la transmisión de video en tiempo real mediante el protocolo UDP.

Para la evaluación del mecanismo de gestión activa de colas, se implementará se tomará en cuenta parámetros como Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter, Ancho de banda, parámetros de evaluación de QoS.

Los datos tomados de las alternativas existentes en los mecanismos de gestión activa de colas serán ponderados y evaluados cuantitativa y cualitativamente dependiendo del caso.

3.6 Planteamiento de la Hipótesis

El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

3.7. Determinación de las variables

A continuación detallo las variables que serán objeto de estudio en la investigación:

- **Variable Independiente:**

Mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes

- **Variables Dependientes:**

Calidad de servicio en la transmisión del tráfico de video en tiempo real.

3.8. Operacionalización conceptual de variables

Tabla 5. Operacionalización Conceptual de variable

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN
Mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes	INDEPENDIENTE	Mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes
Calidad de servicio en la transmisión del tráfico de video en tiempo real	DEPENDIENTE	Calidad de servicio en la transmisión del tráfico de video en tiempo real
Elaborado por: German Torres G.		

3.9. Operacionalización Metodológica.

Tabla 6. Operacionalización Metodológica – Hipótesis

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.	<p>V. INDEPENDIENTE</p> <p>Mecanismos de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CWCFQ • LLQ • RPT priority • RED y sus variantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Revisión y Análisis de Documentación • Iniciativas • Intuición • Razonamiento • Recopilación de información. • Análisis • Pruebas 	<ul style="list-style-type: none"> • Guías • Manuales Técnicos
	<p>V. DEPENDIENTE</p> <p>Calidad de servicio en la transmisión del tráfico de video en tiempo real</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Latencia • % de pérdida de paquetes • Jitter • Ancho de banda 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Revisión y Análisis de Documentación • Iniciativas • Intuición • Razonamiento • Recopilación de información. • Análisis • Pruebas 	<ul style="list-style-type: none"> • Jperf • Iperf • Smokeping • Ping

Elaborado por: Germán Torres G..

3.10. Población y Muestra.

3.10.1. Población

La población escogida para esta investigación; se divide en tres partes las mismas que son: Las técnicas de descarte selectivo de paquetes red (RED y WRED), los mecanismos de gestión activa (PQ, WFQ, WRR, SRR, CBWFQ, LLQ, RTP priority) y los paquetes transmitidos en tiempo real a través de la videoconferencia con el software Isabel en un tiempo específico, basados en los parámetros de latencia, pérdida de paquetes, jitter y ancho de banda [32].

3.10.2. Muestra

La muestra para esta investigación, corresponden a las técnicas de descarte selectiva de paquetes WRED en los mecanismos de gestión activa de colas colas CBWFQ, LLQ y RTP priority , capturas realizadas en los distintos escenarios de pruebas los mismo que fueron

tomados a través de los software: Jperf, Iperf, Smokeping y el comando ping -s 2040 -c 80 dirección Ip ; de los cuales mediremos la mejora de la calidad de servicio en transmisiones de video en tiempo real; los escenarios son los siguientes:

3.10.3. Ambiente de pruebas

El ambiente de pruebas, está conformado por 16 escenarios de pruebas el mismo que simula una red Wan, con cuatro alternativas de red en los referente entre las que se tiene una red sin congestión, una red congestionada 30 % y una red con congestionada al 50%, y una red congestionada al 80 %, además en las 4 alternativas de red se implementara el descarte selectivo de paquetes WRED, en la red sin mecanismo de gestión activa de colas y en los mecanismos de gestión activa de colas: CBWFQ, LLQ, RPT-Priority.

Estos doce escenarios serán enfrentados a través de criterio o parámetros y nos ayudarán a demostrar la hipótesis planteada. Es decir la presente investigación, deberá medir los efectos que la variable independiente produce sobre la variable dependiente.

3.11. Implementación del ambiente de pruebas.

Se levanta un ambiente de pruebas en el que se trata de configurar y analizar la técnica de descarte selectivo de paquetes WRED en los mecanismos de gestión activa de colas CBWFQ, LLQ y RTP PRIORITY; para proveer QoS en la transmisión de video en tiempo real en redes WAN en un escenario práctico actual que cuente con los servicios necesarios y apegados a la realidad de una red que nos permita establecer los parámetros que permitan obtener datos cuantitativos interpretar sus resultados y así establecer comparación entre dichos mecanismos.

Las técnicas de descarte selectivo de paquetes en mecanismo de gestión activa de colas que proporcionará QoS hacen referencia a la habilidad de los routers de priorizar el tráfico.

Estas técnicas de descarte selectivo de paquetes están ligadas directamente a los mecanismos de gestión activa de colas que son inherentemente necesarios a la red cuando esta ofrece

servicios de tiempo real: videoconferencia por Internet, VoIP, video streaming, radio por Internet, etc.

Con lo descrito en el capítulo I el objetivo siguiente es configurar analizar las técnicas de descarte selectivo de paquetes en los mecanismos de gestión activa de colas, en un escenario de prueba donde podamos configurar y analizar cada una de ellas para así determinar parámetros de comparación entre los mismos que permitan determinar cuál se ajusta de mejor manera a la necesidad de brindar preferencia de tráfico al video en tiempo real.

Los parámetros de comparación pueden ser variados y muy amplios, por lo que se delimitara el ámbito de la tesis, y nos centraremos en los parámetros básicos que se orientan a las aplicaciones en tiempo real (video).

3.11.1. Escenario de pruebas.

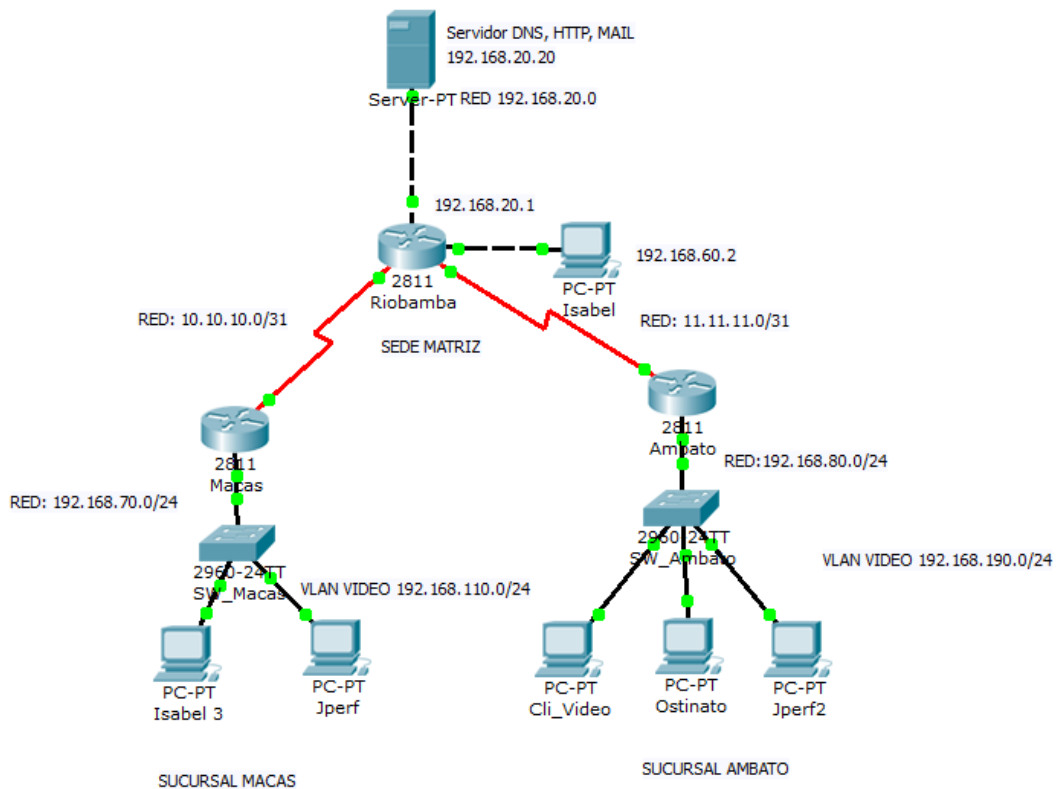


Figura 27. Ambiente de pruebas
Fuente: Germán Torres

3.11.1.1. Elementos Hardware

La maqueta muestra el escenario para las pruebas compuesto por:

- Router Cisco 2811
- Switch 2960
- Pc`s

3.11.1.2. Elementos Software

- Comando Pings en formato `-c -s` para realizar pings 80 ping y de longitud establecida en 2048bps.
- Software de monitoreo Jperf Versión 2.0.2
- Aplicación OSTINATO para la generación de tráfico hacia la red en tiempo real. Tanto en Windows como en ubuntu
- Plataforma LINUX con distribución Ubuntu para la implementación de los servidores DNS, HTTP, Correo y Web.
- Plataforma LINUX con distribución Ubuntu Isabel para la implementación del Servidor de Videoconferencia.
- Plataforma LINUX con distribución Ubuntu Isabel para la implementación de los clientes Videoconferencia.
- Plataforma WINDOWS 7 para la generación de trafico

3.11.1.3. Configuraciones.

Router Riobamba

Configuraciones básicas

enable

configure terminal

hostname Riobamba

no ip domain-lookup

Configuración de las interfaces

interface fa 0/1

ip address 192.168.20.1 255.255.255.0

bandwidth 10240

no shutdown

interface fa 0/0


```
ip address 192.168.60.1 255.255.255.0

bandwidth 10240

no shutdown

interface Serial0/2/0

ip address 10.10.10.1 255.255.255.252

clock rate 128000

bandwidth 10240

no shutdown

interface Serial0/2/1

ip address 11.11.11.1 255.255.255.252

clock rate 128000

bandwidth 10240

no shutdown

exit
```

Configuración del protocolo de enrutamiento

```
router eigrp 1

network 192.168.20.0 0.0.0.255

network 192.168.60.0 0.0.0.255

network 10.10.10.0 0.0.0.3

network 11.11.11.0 0.0.0.3

no auto-summary

exit
```

Router Ambato

Configuraciones básicas

```
enable

configure terminal

hostname Ambato

no ip domain-lookup
```

Configuración de interfaces

```
interface Serial0/2/1
```

```
ip address 11.11.11.2 255.255.255.252
```

```
bandwidth 10240
```

```
no shutdown
```

```
exit
```

Configuración del protocolo de enrutamiento

```
router eigrp 1
```

```
network 11.11.11.0 0.0.0.3
```

```
network 192.168.10.0 0.0.0.255
```

```
network 192.168.110.0 0.0.0.255
```

```
no auto-summary
```

```
exit
```

Configuración de subinterfaces de Voz y Video

```
interface fa 0/0.1
```

```
encapsulation dot1q 1
```

```
ip address 192.168.70.1 255.255.255.0
```

```
exit
```

```
interface fa 0/0.10
```

```
description ##VOZ##
```

```
encapsulation dot1q 10
```

```
ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
```

```
interface fa 0/0.100
```

```
description ##VIDEO##
```

```
encapsulation dot1q 100
```

```
ip address 192.168.110.1 255.255.255.0
```

```
exit
```

```
interface fa 0/0
```

```
bandwidth 10240
```

```
no shutdown
```

Configuraciones DHCP

```
ip dhcp pool VOZ
```

```
network 192.168.10.0 255.255.255.0
```

```
default-router 192.168.10.1
dns-server 192.168.20.20
exit
ip dhcp pool VIDEO
network 192.168.110.0 255.255.255.0
default-router 192.168.110.1
dns-server 192.168.20.20
option 150 ip 192.168.60.2
exit
ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.10
ip dhcp excluded-address 192.168.110.1 192.168.110.10
```

ROUTER MACAS

Configuraciones básicas

```
enable
configure terminal
hostname Macas
no ip domain-lookup
```

Configuración de interfaces

```
interface Serial0/0/1
ip address 10.10.10.2 255.255.255.252
bandwidth 10240
no shutdown
```

Configuración del protocolo de enrutamiento

```
router eigrp 1
network 10.10.10.0 0.0.0.3
network 192.168.90.0 0.0.0.255
network 192.168.190.0 0.0.0.255
no auto-summary
exit
```

Configuración de interfaces de Voz y Datos

```
interface fa 0/0.1
```

```
encapsulation dot1q 1
ip address 192.168.80.1 255.255.255.0
exit
interface fa 0/0.10
description ##VOZ##
encapsulation dot1q 10
ip address 192.168.90.1 255.255.255.0
exit
interface fa 0/0.100
description ##VIDEO##
encapsulation dot1q 100
ip address 192.168.190.1 255.255.255.0
exit
interface fa 0/0
bandwidth 10240
no shut
exit
```

Configuraciones DHCP

```
ip dhcp pool VOZ
network 192.168.90.0 255.255.255.0
default-router 192.168.90.1
dns-server 192.168.20.20
exit
ip dhcp pool VIDEO
network 192.168.190.0 255.255.255.0
default-router 192.168.190.1
dns-server 192.168.20.20
option 150 ip 192.168.60.2
exit
ip dhcp excluded-address 192.168.90.1 192.168.90.10
```

```
ip dhcp excluded-address 192.168.190.1 192.168.190.10
```

```
exit
```

3.5.5 SWITCH SUCURSAL 1

Configuraciones básicas

```
enable
```

```
configure terminal
```

```
hostname Sw_Macas
```

```
no ip domain-lookup
```

```
exit
```

Configuración de vlans: Nativa, Voz y Video

```
vlan database
```

```
vlan 10 name VOZ
```

```
vlan 100 name VIDEO
```

```
exit
```

```
conf t
```

```
interface fa 0/1
```

```
switchport mode trunk
```

```
no shutdown
```

```
interface range fa 0/2 - 7
```

```
switchport access vlan 10
```

```
switchport mode access
```

```
switchport voice vlan 10
```

```
exit
```

```
interface Vlan1
```

```
ip address 192.168.70.2 255.255.255.0
```

```
ip default-gateway 192.168.70.1
```

```
exit
```

3.5.6 SWITCH SUCURSAL 2

Configuraciones básicas

```
enable
```

```
configure terminal
```

```
hostname Sw_Ambato
```

```
no ip domain-lookup
```

```
exit
```

Configuración de vlans: Nativa, Voz y Video

vlan database

vlan 10 name VOZ

vlan 100 name VIDEO

exit

conf t

interface fa 0/1

switchport mode trunk

no shutdown

interface range fa 0/2 - 7

switchport access vlan 10

switchport mode access

switchport voice vlan 10

exit

interface Vlan1

ip address 192.168.80.2 255.255.255.0

ip default-gateway 192.168.80.1

exit

3.11.1.4. CONFIGURACION Y ANÁLISIS DE CBWFQ+WRED

Configuración CBWFQ+WRED:

enable

configure terminal

class-map HIGH_BW

match ip dscp af21

exit

class-map LOW_BW

match ip dscp af22

exit

policy-map CBWFQ+WRED

class HIGH_BW

```
bandwidth 24
random-detect
exit
class LOW_BW
bandwidth 8
random-detect
exit
interface serial 0/0/0
service-policy output CBWFQ+WRED
interface serial 0/0/1
service-policy output CBWFQ+WRED
exit
```

3.11.1.5. CONFIGURACION Y ANÁLISIS DE LLQ

Configuración LLQ:

```
enable
configure terminal
class-map LOW_BW
match ip dscp af22
exit
class-map VIDEO
match protocol RTP audio
policy-map LLQ
class LOW_BW
exit
class VIDEO
priority 64
exit
exit
interface serial 0/0/0
```

```
service-policy output LLQ
interface serial 0/0/1
service-policy output LLQ
exit
```

3.11.1.6. CONFIGURACION Y ANÁLISIS DE RTP PRIORITY

Configuración IP RTP PRIORITY:

```
enable
configure terminal
interface serial 0/0/0
ip rtp priority 16384 16383 64
interface serial 0/0/1
ip rtp priority 16384 16383 64
```


CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación pretende mejorar el grado de conocimiento de los mecanismo de gestión activa de colas para QoS en la transmisión de video en tiempo real; para ello se propone dos escenarios que nos permitirá establecer pruebas en el escenario de pruebas con congestión y sin congestión con algoritmo de encolamiento y sin algoritmo de encolamiento. La Qos en los dos escenarios será ponderados, comparados y analizados a través de criterio o parámetros que nos ayudarán a demostrar la hipótesis planteada. Es decir medir los efectos que la variable independiente produce sobre la variable dependiente.

Luego de escoger la alternativa se establecen parámetros que permitirán establecer si se puede o no mejorar las seguridades en las aplicaciones antes de ser publicadas.

4.1. Determinación de parámetros de comparación

Se tomó en cuenta los parámetros definidos para la calidad de servicio, siendo estos parámetros cuantitativos: el ancho de banda, Latencia, Jitter, y la cantidad de paquetes perdidos.

4.2. Tabla general del análisis comparativo de mecanismos gestión activa de colas

Una vez que hemos logrado obtener los resultados cuantitativos de los parámetros establecidos para el presente caso de estudio, nos vemos abocados a realizar las comparaciones pertinentes, que nos permitan analizar y establecer el mejor mecanismo de gestión activa de colas como se detalla en la tabla 7.

4.2.1. Alternativa de red sin descarte selectivo de paquetes sin mecanismo de gestión activa de colas

Tabla 7. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión

SIN DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES SIN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDA DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	231,58	389,95	2,07	2,16	282,4	292,18	259,6	148,05
CONGESTION AL 30%	254,60	386,60	3,10	3,24	324,76	333,09	298,40	168,80
CONGESTION AL 50 %	252,40	425,35	15,49	16,23	327,88	379,72	343,00	192,25
CONGESTION AL 80 %	259,40	436,50	18,59	19,47	395,35	394,45	384,20	215,35

Fuente: German Torres

- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia el mejor mecanismo es LLQ , debido a que este marca a los paquetes de video con prioridad alta, y debido a esto dichos paquetes son los primeros en ser transmitidos.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Pérdida de paquetes el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, ya que cuando existe tráfico en la red los paquetes TCP siempre van a estar retrasado y los primeros en ser transmitidos son los paquetes UDP.
- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto al Jitter el mejor mecanismo es LLQ, partiendo también de que existe una diferencia no muy marcada con RTP Priority pero LLQ marca los paquetes con alta prioridad para que sean transmitidos primero.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia el mejor mecanismo es CBWQF+WRED, es el mejor debido a que reversa el ancho de banda para diferentes tipos de tráfico, pero hay denotar que siempre va a enviar los paquetes marcados con la mayor prioridad.

4.2.1. Alternativa de red descarte selectivo de paquetes wred y mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ

Una vez que hemos logrado obtener los resultados cuantitativos de los parámetros establecidos para el presente caso de estudio, nos vemos abocados a realizar las comparaciones pertinentes, que nos permitan analizar y establecer el mejor mecanismo de gestión activa de colas como se detalla en la tabla 8.

Tabla 8. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión

DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDA DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kbps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	257,05	475,74	0,99	0,73	214,62	251,28	246,62	196,91
CONGESTION AL 30%	282,61	471,65	1,86	1,2	246,81	286,46	283,48	224,5
CONGESTION AL 50 %	280,16	518,93	9,3	6	249,19	326,56	335,69	255,69
CONGESTION AL 80 %	287,93	532,53	11,15	7,2	300,47	339,22	364,99	286,42

Fuente: German Torres

- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia analizando el descarte selectivo de paquetes WRED el mejor mecanismo de gestión activa de colas es LLQ, debido a que este marca a los paquetes de video con prioridad alta, y debido a esto dichos paquetes son los primeros en ser transmitidos evitando que sean descartados pese a que la red este congestionada.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la pérdida de paquetes el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, ya que cuando existe tráfico en la red los paquetes TCP siempre van a estar retrasado y los primeros en ser transmitidos son los paquetes UDP.
- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto al Jitter el mejor mecanismo es LLQ, partiendo también de que existe una diferencia no muy marcada con RTP Priority pero LLQ marca los paquetes con alta prioridad para que sean transmitidos primero para que los paquetes no sean descartados por WRED.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, es el mejor debido a que reversa el ancho de banda para diferentes tipos

de tráfico, pero hay denotar que siempre va a enviar los paquetes marcados con la mayor prioridad debido que el descarte de paquetes no se realizara debido a que está garantizado por WRED.

4.2.1. Alternativa de red descarte selectivo wred mecanismo de gestión activa de colas

LLQ

Una vez que hemos logrado obtener los resultados cuantitativos de los parámetros establecidos para el presente caso de estudio, nos vemos abocados a realizar las comparaciones pertinentes, que nos permitan analizar y establecer el mejor mecanismo de gestión activa de colas como se detalla en la tabla 9.

Tabla 9. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión

DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAD DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kbps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	115,79	214,47	8,26	8,65	240,04	222,06	168,74	97,71
CONGESTION AL 30%	236,78	378,87	9,3	9,74	243,57	246,48	283,48	111,41
CONGESTION AL 50 %	234,73	416,84	11,62	12,17	213,12	250,62	188,65	131,44
CONGESTION AL 80 %	241,24	427,77	13,94	14	177,91	177,5	194,63	142,13

Fuente: German Torres

- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia analizando el descarte selectivo de paquetes WRED el mejor mecanismo de gestión activa de colas es LLQ, debido a que este marca a los paquetes de video con prioridad alta, y debido a esto dichos paquetes son los primeros en ser transmitidos evitando que sean descartados pese a que la red este congestionada.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la pérdida de paquetes el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, ya que cuando existe tráfico en la red los paquetes TCP siempre van a estar retrasado y los primeros en ser transmitidos son los paquetes UDP.
- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto al Jitter el mejor mecanismo es LLQ, partiendo también de que existe una

diferencia no muy marcada con RTP Priority pero LLQ marca los paquetes con alta prioridad para que sean transmitidos primero para que los paquetes no sean descartados por WRED.

- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, es el mejor debido a que reversa el ancho de banda para diferentes tipos de tráfico, pero hay denotar que siempre va a enviar los paquetes marcados con la mayor prioridad debido que el descarte de paquetes no se realizara debido a que está garantizado por WRED.

4.2.1. Alternativa de red descarte selectivo wred mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY

Una vez que hemos logrado obtener los resultados cuantitativos de los parámetros establecidos para el presente caso de estudio, nos vemos abocados a realizar las comparaciones pertinentes, que nos permitan analizar y establecer el mejor mecanismo de gestión activa de colas como se detalla en la tabla 10.

Tabla 10. Latencia, % de pérdida de paquetes, Jitter Ancho de banda red sin congestión

DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS RTP PRIORITY								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAD DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	245,47	436,74	0,66	2,62	304,99	192,84	155,76	236,88
CONGESTION AL 30%	269,88	432,99	0,87	3,99	350,74	219,84	179,04	270,08
CONGESTION AL 50 %	267,54	476,39	4,34	19,96	354,11	250,62	205,80	307,60
CONGESTION AL 80 %	274,96	488,88	5,21	23,95	426,98	260,33	230,52	344,56

Fuente: German Torres

- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia analizando el descarte selectivo de paquetes WRED el mejor mecanismo de gestión activa de colas es LLQ, debido a que este marca a los paquetes de video con prioridad alta, y debido a esto dichos paquetes son los primeros en ser transmitidos evitando que sean descartados pese a que la red este congestionada.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la pérdida de paquetes el mejor

mecanismo es CBWFQ+WRED, ya que cuando existe tráfico en la red los paquetes TCP siempre van a estar retrasado y los primeros en ser transmitidos son los paquetes UDP.

- Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto al Jitter el mejor mecanismo es LLQ, partiendo también de que existe una diferencia no muy marcada con RTP Priority pero LLQ marca los paquetes con alta prioridad para que sean transmitidos primero para que los paquetes no sean descartados por WRED.
- Con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, es el mejor debido a que reversa el ancho de banda para diferentes tipos de tráfico, pero hay denotar que siempre va a enviar los paquetes marcados con la mayor prioridad debido que el descarte de paquetes no se realizara debido a que está garantizado por WRED .

4.3. Estudio comparativo

4.3.1. CBWFQ+WRED

Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa CBWFQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis de la latencia.

Tabla 11. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestión activa de colas cbwfg

TOMA DE MUESTRAS: LATENCIA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	353,6	549,21	370,74	579,50	385,17	599,02	396,27	614,88
2	352,98	516,68	370,74	545,34	385,17	563,64	395,16	578,28
3	288,86	342,26	303,03	361,12	315,24	373,32	323,01	383,08
4	294,41	549,21	308,58	579,50	320,79	599,02	329,67	614,88
5	284,42	516,68	298,59	545,34	309,69	563,64	318,57	578,28
6	284,42	342,26	298,59	361,12	309,69	373,32	318,57	383,08
7	188,12	549,21	197,58	579,50	205,35	599,02	210,90	614,88
8	161,21	516,68	168,72	545,34	175,38	563,64	180,93	578,28
9	186,8	342,26	196,47	361,12	203,13	373,32	208,68	383,08
10	199,29	549,21	209,79	579,50	217,56	599,02	223,11	614,88
11	161,24	516,68	169,83	545,34	175,38	563,64	180,93	578,28
12	200,3	342,26	209,79	361,12	218,67	373,32	224,22	383,08
13	176,21	549,21	185,37	579,50	192,03	599,02	197,58	614,88
14	108,08	516,68	113,22	545,34	117,66	563,64	120,99	578,28

TOMA DE MUESTRAS: LATENCIA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
15	366,27	342,26	384,06	361,12	399,60	373,32	410,70	383,08
16	545,96	549,21	572,76	579,50	594,96	599,02	611,61	614,88
17	162,57	516,68	170,94	545,34	177,60	563,64	182,04	578,28
18	662,98	342,26	695,97	361,12	722,61	373,32	742,59	383,08
19	65,07	549,21	222,00	245,22	71,04	599,02	73,26	614,88
20	98,21	516,68	205,35	272,06	106,56	563,64	109,89	578,28
MAX	662,98	549,21	695,97	579,5	722,61	599,02	742,59	614,88
MIN	65,07	342,26	113,22	245,22	71,04	373,32	73,26	383,08
MEDIA	257,05	475,74	282,61	471,65	280,16	518,93	287,93	532,53
DESVIACION ESTANDAR	144,39	88,44	140,3	115,49	157,41	96,46	161,72	99,03
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	56,17%	18,59%	49,64%	24,49%	56,19%	18,59%	56,17%	18,60%

Fuente: German Torres

4.3.1.1. Latencia

Conociendo de que la latencia es el periodo de tiempo que utiliza n paquete para la transmisión desde el emisor hacia el receptor, en el servidor podemos observar de que la latencia de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 257.05 ms. y 475.74 ms. en el servidor y cliente respectivamente, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 1.

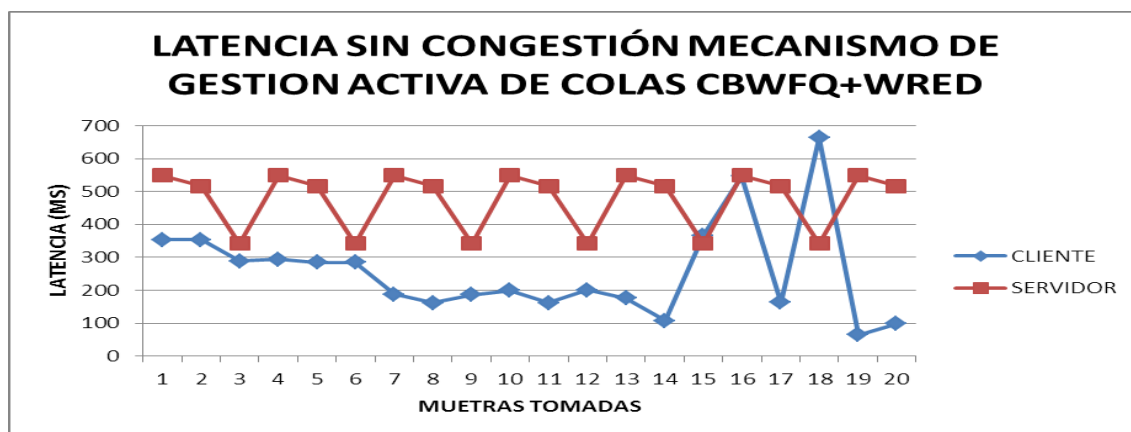


Gráfico 1. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)

El comportamiento de la latencia que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 282.61 ms. y 471.65 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 2.

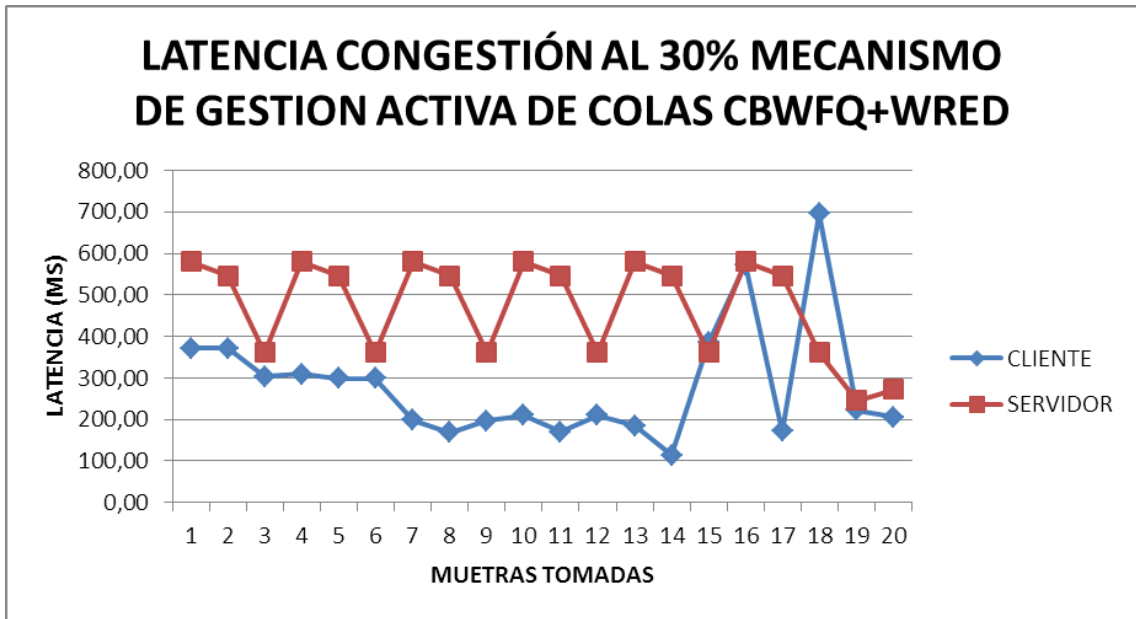


Gráfico 2. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 30%)

El comportamiento de la latencia que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 280.16 ms. y 518.93 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 3.

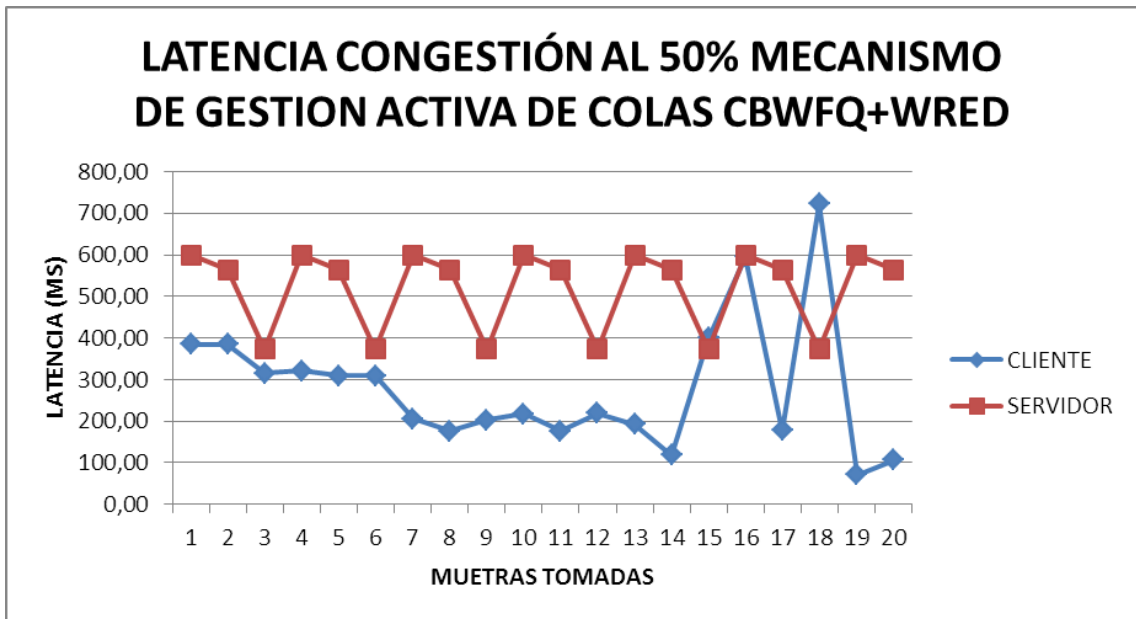


Gráfico 3. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)

El comportamiento de la latencia que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 287.93 ms. y 532.53 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 4.

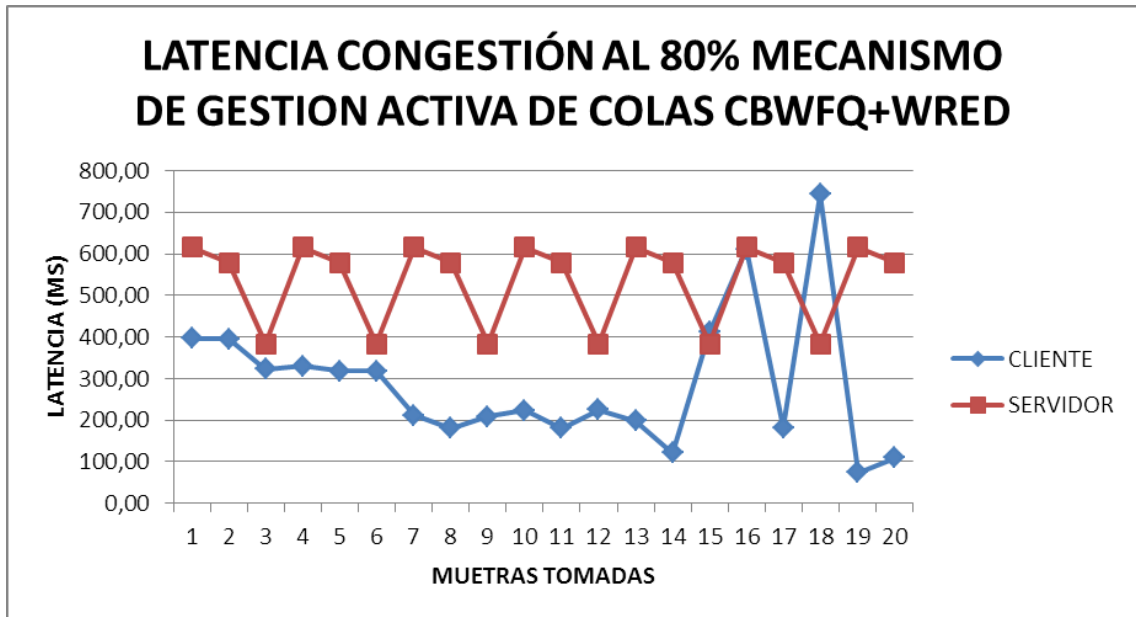


Gráfico 4. Latencia utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)

4.3.1.4. Pérdida de paquetes

Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa CBWFQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis de la pérdida de paquetes.

Tabla 12. Pérdida de paquetes, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas cbwfq

TOMA DE MUESTRAS: PERDIDA DE PAQUETES, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	0	0	2,01	1,08	10,04	5,41	12,04	6,49
2	0	0	2,89	1,25	14,45	6,25	17,33	7,49
3	1,266	0,844	1,90	1,17	9,50	5,86	11,39	7,03
4	1,134	0,792	1,70	1,10	8,51	5,49	10,21	6,59
5	0,6	0,4	1,78	1,03	8,91	5,14	10,69	6,16
6	1,266	0,8	1,90	1,11	9,50	5,55	11,39	6,66
7	1,866	1,2	2,80	1,67	14,00	8,33	16,79	9,99
8	1,188	0,9	1,78	1,25	8,91	6,25	10,69	7,49
9	0,6	0,4	1,94	1,39	9,68	6,94	11,61	8,33

TOMA DE MUESTRAS: PERDIDA DE PAQUETES, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ

NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
10	1,788	1,192	2,68	1,65	13,41	8,27	16,09	9,92
11	1	1	1,94	1,78	9,68	8,91	11,61	10,69
12	1,194	1,284	1,79	1,78	8,96	8,91	10,75	10,69
13	1,188	0,2	1,78	0,28	8,91	1,39	10,69	1,67
14	0,3	0,3	0,45	0,42	2,25	2,08	2,70	2,50
15	1	1	1,85	1,14	9,23	5,69	11,07	6,83
16	1,05	0,7	1,58	0,97	7,88	4,86	9,45	5,83
17	1,332	0,892	2,00	1,24	9,99	6,19	11,99	7,43
18	1,35	0,892	2,03	1,24	10,13	6,19	12,15	7,43
19	0,33	0,892	0,50	1,24	2,48	6,19	2,97	7,43
20	1,272	0,892	1,91	1,24	9,54	6,19	11,45	7,43
MAX	1,866	1,284	2,89	1,78	14,45	8,91	17,33	10,69
MIN	0	0	0,45	0,28	2,25	1,39	2,7	1,67
MEDIA	0,99	0,73	1,86	1,2	9,3	6	11,15	7,2
DESVIACION ESNTANDAR	0,51	0,37	0,58	0,37	2,89	1,85	3,47	2,22
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	51,52%	50,68%	31,18%	30,83%	31,08%	30,83%	31,12%	30,83%

Fuente: German Torres

Conociendo de que la pérdida de paquetes es cuando uno o más paquetes de datos viajan a través de una red ip y no logran alcanzar su destino, podemos observar de que la pérdida de paquetes de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 0.99 %. y 0.73 %. en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 5.

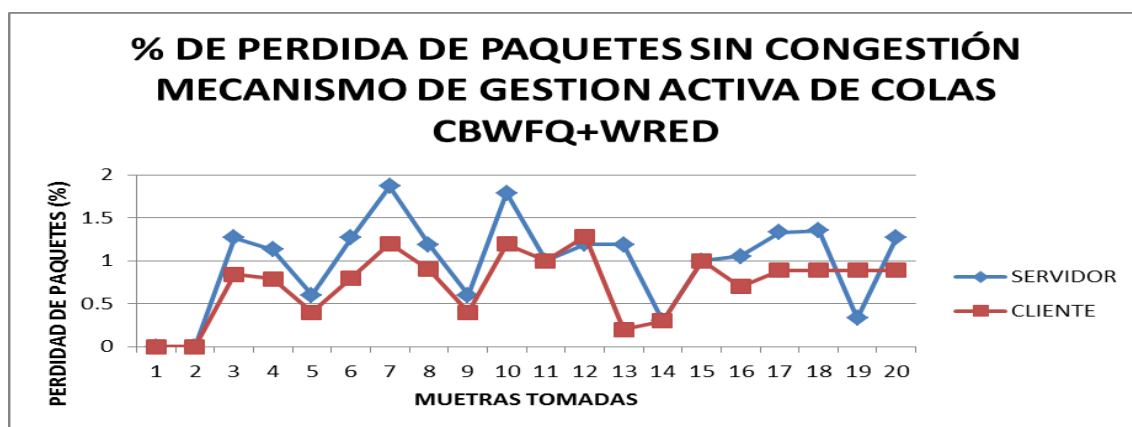


Gráfico 5. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)

El comportamiento de la pérdida de paquetes que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 1.86 %. Y 1.20 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 6.

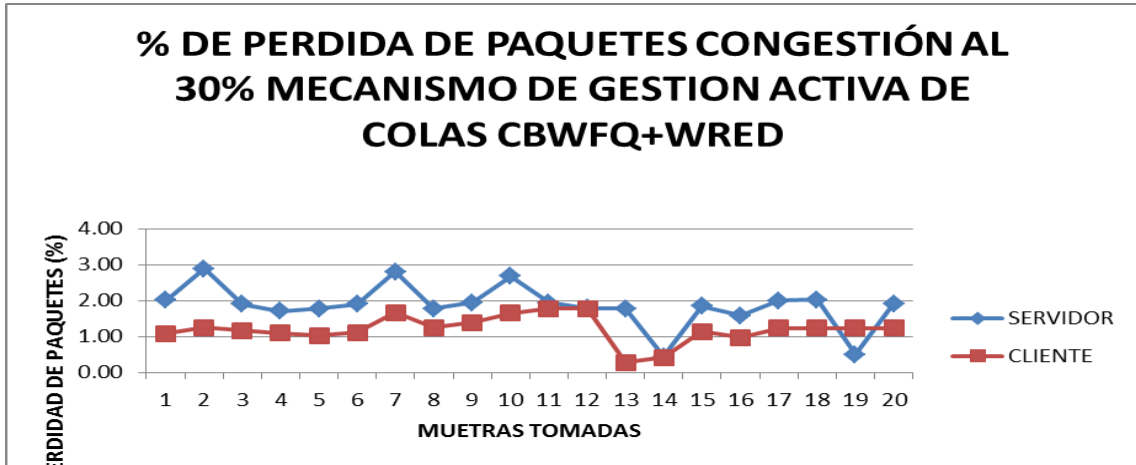


Gráfico 6. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 30%)

El comportamiento de la pérdida de paquetes que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 9.30%. y 6.00%.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 7.

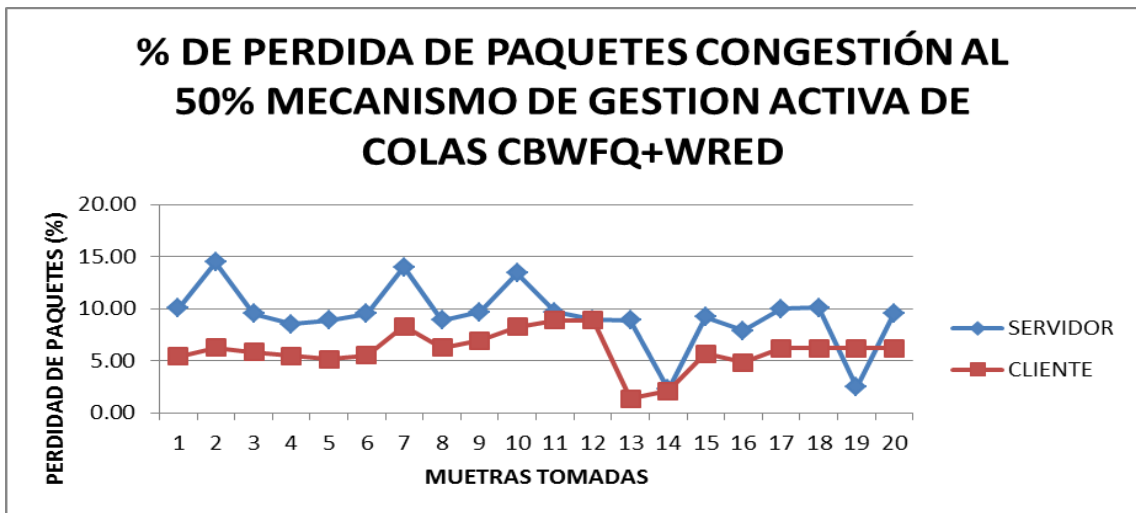


Gráfico 7. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)

El comportamiento de la pérdida de paquetes que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 11.15 %. y 7.20 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 8.

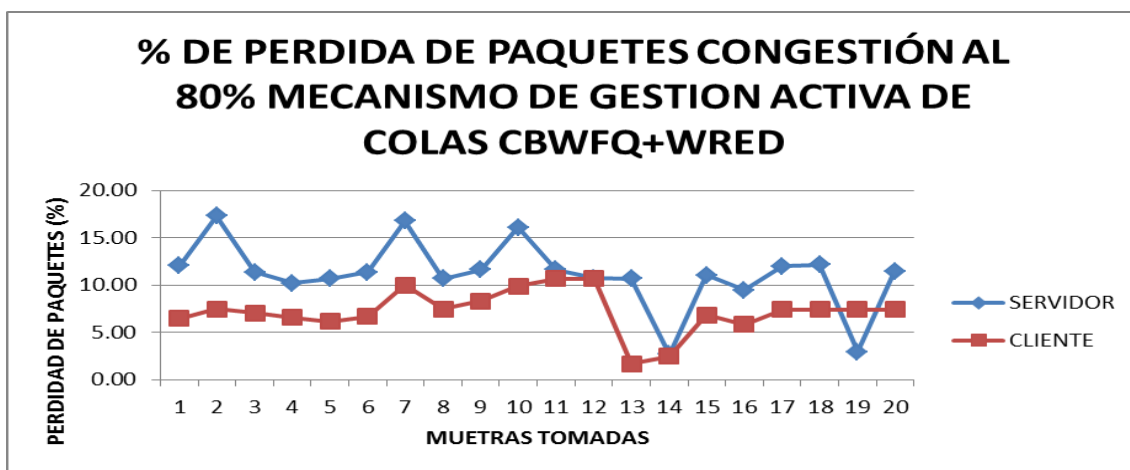


Gráfico 8. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 80%)

4.3.1.4. Jitter

Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa CBWFQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis del jitter.

Tabla 13. Jitter, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas cbwfg

TOMA DE MUESTRAS: JITTER, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	201,49	240,94	231,72	274,67	279,14	313,12	282,09	325,27
2	209,31	256,46	240,71	292,37	240,71	333,29	293,03	346,22
3	208,13	235,52	239,35	268,49	239,35	306,08	291,38	317,95
4	244,32	296,31	280,96	337,80	280,96	385,09	342,05	400,02
5	272,89	318,91	313,83	363,55	313,83	414,44	382,05	430,52
6	269,23	340,37	309,62	388,02	309,62	442,35	376,92	459,50
7	266,33	192,77	306,29	219,76	306,29	250,52	372,87	260,24
8	201,76	203,63	232,02	232,14	232,02	264,64	282,46	274,90
9	188,49	236,53	216,76	269,64	216,76	307,38	263,88	319,31
10	190,1	235,71	218,61	268,71	218,61	306,32	266,14	318,21
11	191,07	249,38	219,73	284,30	219,73	324,10	267,50	336,66
12	231,56	289,61	266,30	330,15	266,30	376,38	324,19	390,96
13	227,14	324,25	261,21	369,64	261,21	421,38	318,00	437,73
14	178,39	198,37	205,15	226,14	205,15	257,79	249,75	267,80
15	175,95	249,23	202,34	284,12	202,34	323,89	246,32	336,46
16	332,1	247,75	381,92	282,43	381,92	321,98	464,94	334,46
17	215,92	249,49	248,31	284,43	248,31	324,25	302,28	336,82
18	212,98	256,37	244,93	292,25	244,93	333,17	298,18	346,10
19	129,38	223,22	148,79	254,47	148,79	290,10	181,14	301,35

20	145,85	180,73	167,73	206,03	167,73	234,87	204,19	243,98
MAX	332,1	340,37	381,92	388,02	381,92	442,35	464,94	459,5
MIN	129,38	180,73	148,79	206,03	148,79	234,87	181,14	243,98
MEDIA	214,62	251,28	246,81	286,46	249,19	326,56	300,47	339,22
DESVIACION ESNTANDAR	45,41	42,71	52,22	48,69	52,55	55,51	63,57	57,66
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	21,16%	17,00%	21,16%	17,00%	21,09%	17,00%	21,16%	17,00%

Fuente: German Torres

Conociendo de que el jitter es la variación en el tiempo de la llegada al receptor de los paquetes de datos viajan a través de una red ip, podemos observar de que el jitter de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 214.62ms. y 251.28 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 9.

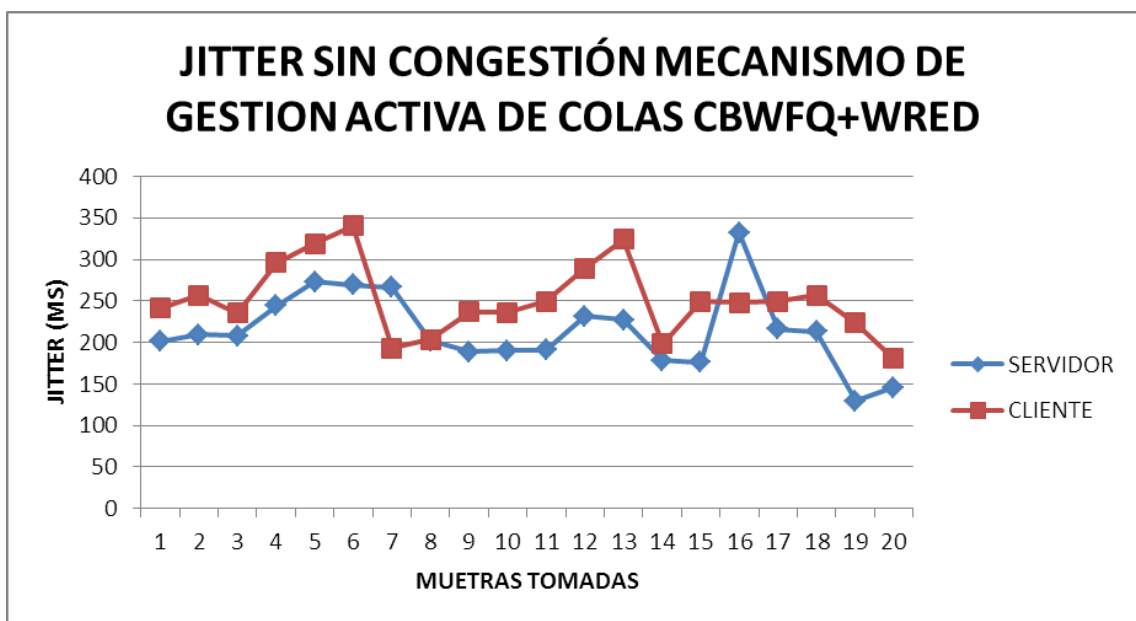


Gráfico 9. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)

Podemos observar de que el jitter de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 246.81 ms. y 286.46 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 10.

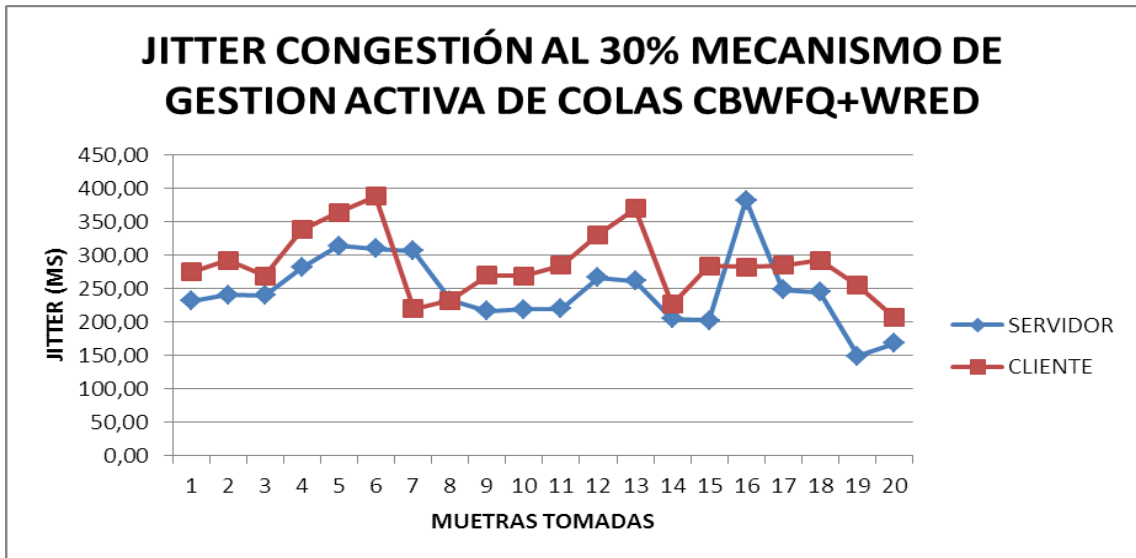


Gráfico 10. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)

Podemos observar de que el jitter de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 249.19 ms. y 326.56 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 11.

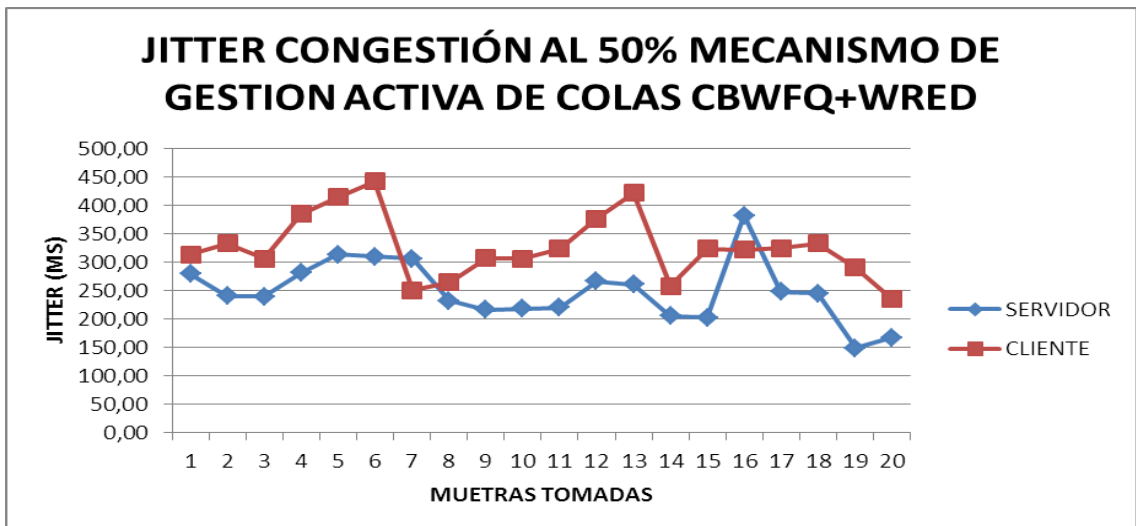


Gráfico 11. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)

Podemos observar de que el jitter de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 300.47 ms. y 339.22 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 12.

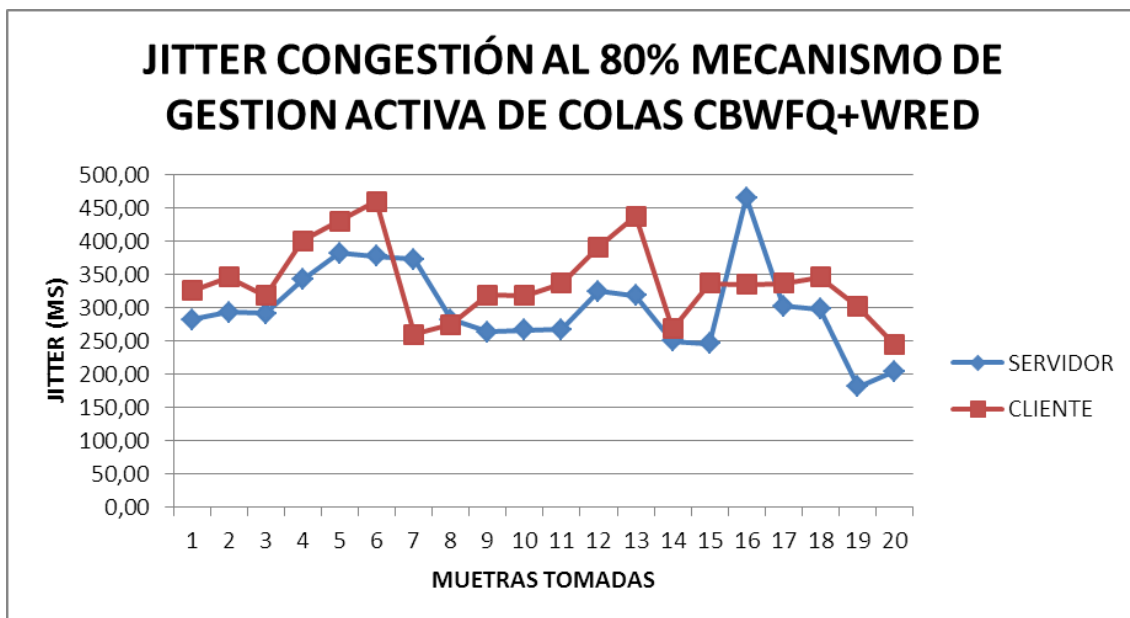


Gráfico 12. Jitter utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 80%)

4.3.1.4. Ancho de banda

Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa CBWFQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis del ancho de banda.

Tabla 14. Ancho de banda, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas cbwfg

TOMA DE MUESTRAS: ANCHO DE BANDA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	216,60	186,20	248,90	212,80	285,95	242,06	320,15	271,32
2	312,55	186,20	359,10	212,80	426,30	242,06	462,65	271,32
3	243,20	170,24	279,30	194,18	331,24	220,78	360,05	247,38
4	232,75	220,78	267,90	251,37	317,52	285,95	344,85	320,53
5	228,00	203,49	262,20	231,42	310,66	263,34	337,25	295,26
6	216,60	170,24	248,90	194,18	294,98	220,78	320,15	247,38
7	312,55	170,24	359,10	194,18	426,30	220,78	462,65	247,38
8	243,20	238,07	279,30	271,32	331,24	309,89	360,05	347,13
9	232,75	170,24	267,90	194,18	317,52	220,78	344,85	247,38
10	228,00	202,16	262,20	230,09	310,66	262,01	337,25	293,93
11	216,60	172,90	248,90	196,84	294,98	224,77	320,15	251,37
12	312,55	266,00	359,10	303,24	426,30	345,80	462,65	387,03
13	243,20	199,50	279,30	227,43	331,24	259,35	360,05	289,94
14	232,75	219,45	267,90	250,04	317,52	284,62	344,85	319,20

15	228,00	170,24	262,20	194,18	310,66	220,78	337,25	247,38
16	216,60	170,24	248,90	194,18	294,98	220,78	320,15	247,38
17	312,55	232,75	359,10	266,00	426,30	303,24	462,65	339,15
18	243,20	246,05	279,30	280,63	331,24	320,53	360,05	359,10
19	232,75	172,90	267,90	196,84	317,52	224,77	344,85	251,37
20	228,00	170,24	262,20	194,18	310,66	220,78	337,25	247,38
MAX	312,55	266	359,1	303,24	426,3	345,8	462,65	387,03
MIN	216,6	170,24	248,9	194,18	285,95	220,78	320,15	247,38
MEDIA	246,62	196,91	283,48	224,5	335,69	255,69	364,99	286,42
DESVIACION ESNTANDAR	34,06	29,74	39,06	33,89	47,01	38,86	50,49	43,5
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	13,81%	15,10%	13,78%	15,10%	14,00%	15,20%	13,83%	15,19%

Fuente: German Torres

Conociendo de que el ancho de banda es la cantidad de recursos disponibles para ser transmitidos para la transmisión de los paquetes de datos viajan a través de una red ip, podemos observar de que el ancho de banda; de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 246.62 kbps. y 196.91 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 13.

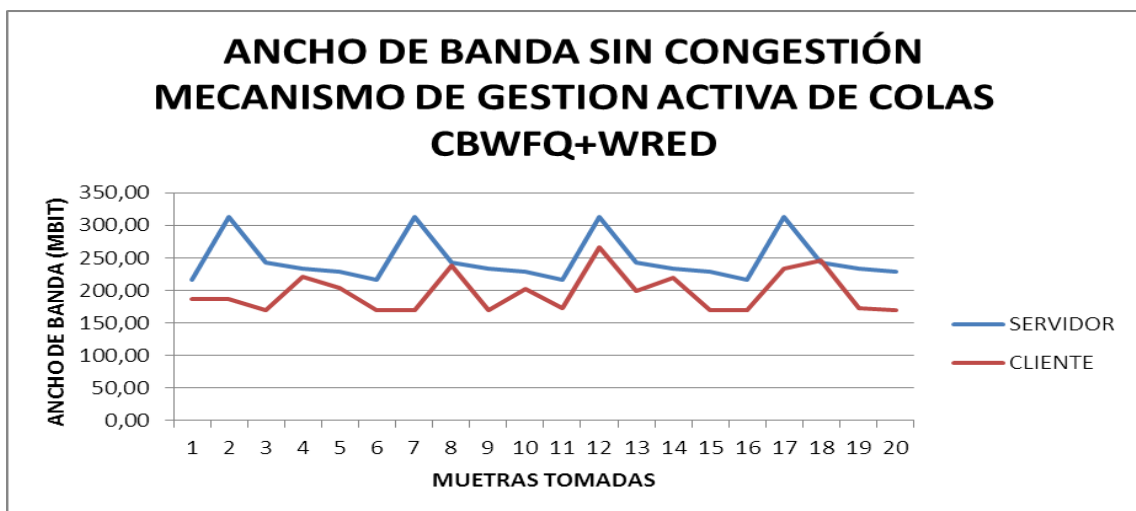


Gráfico 13. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (sin congestión)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas CBWQF+WRED, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 283.48 kbps. y 224.50 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del

total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 14.

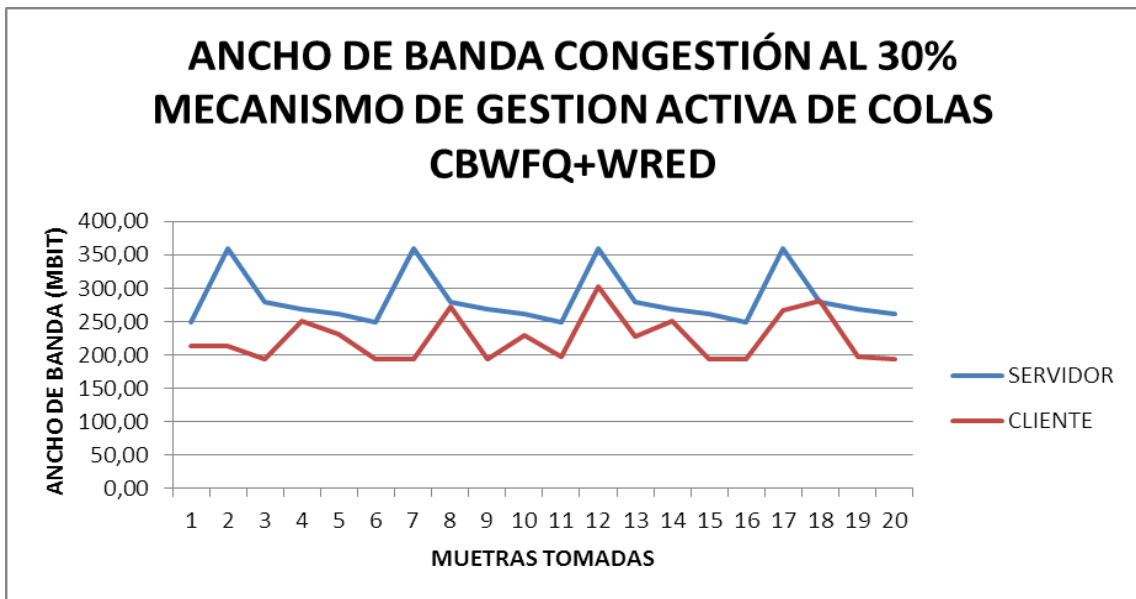


Gráfico 14. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 30%)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ+WRED, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 335.69 kbps. y 255.69 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 15.

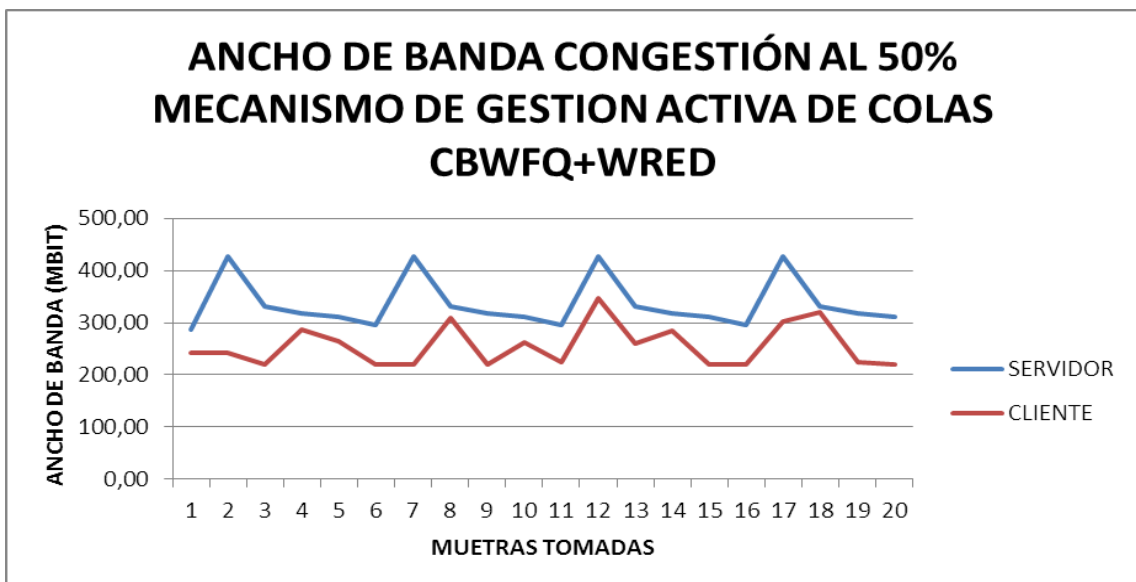


Gráfico 15. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 50%)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas CBWQF+WRED, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 364.99 kbps. y 286.42 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 16.

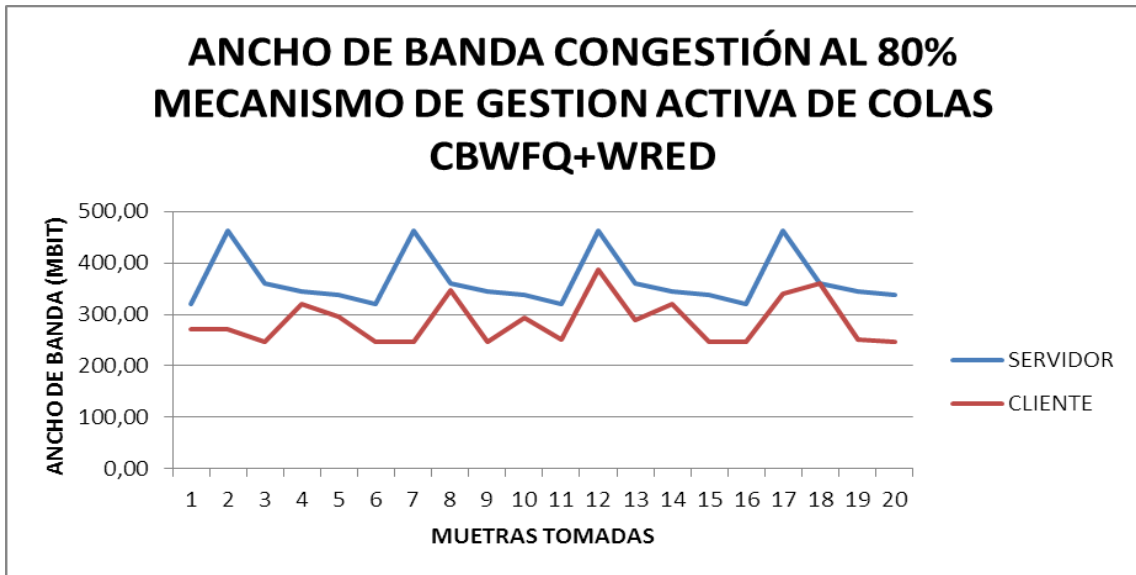


Gráfico 16. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con CBWFQ+WRED (congestión 80%)

4.3.2. LLQ

4.3.2.1. Latencia

Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa LLQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis del latencia.

Tabla 15. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq

TOMA DE MUESTRAS: LATENCIA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	159,28	247,59	310,62	465,50	322,71	481,18	332,01	493,92
2	159,00	232,93	310,62	438,06	322,71	452,76	331,08	464,52
3	130,12	154,30	253,89	290,08	264,12	299,88	270,63	307,72
4	132,62	247,59	258,54	465,50	268,77	481,18	276,21	493,92
5	128,12	232,93	250,17	438,06	259,47	452,76	266,91	464,52
6	128,12	154,30	250,17	290,08	259,47	299,88	266,91	307,72

TOMA DE MUESTRAS: LATENCIA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
7	84,74	247,59	165,54	465,50	172,05	481,18	176,70	493,92
8	72,62	232,93	141,36	438,06	146,94	452,76	151,59	464,52
9	84,15	154,30	164,61	290,08	170,19	299,88	174,84	307,72
10	89,77	247,59	175,77	465,50	182,28	481,18	186,93	493,92
11	72,63	232,93	142,29	438,06	146,94	452,76	151,59	464,52
12	90,23	154,30	175,77	290,08	183,21	299,88	187,86	307,72
13	79,38	247,59	155,31	465,50	160,89	481,18	165,54	493,92
14	48,69	232,93	94,86	438,06	98,58	452,76	101,37	464,52
15	164,99	154,30	321,78	290,08	334,80	299,88	344,10	307,72
16	245,93	247,59	479,88	465,50	498,48	481,18	512,43	493,92
17	73,23	232,93	143,22	438,06	148,80	452,76	152,52	464,52
18	298,64	154,30	583,11	290,08	605,43	299,88	622,17	307,72
19	29,31	247,59	186,00	196,98	59,52	481,18	61,38	493,92
20	44,24	232,93	172,05	218,54	89,28	452,76	92,07	464,52
MAX	298,64	247,59	583,11	465,5	605,43	481,18	622,17	493,92
MIN	29,31	154,3	94,86	196,98	59,52	299,88	61,38	307,72
MEDIA	115,79	214,47	236,78	378,87	234,73	416,84	241,24	427,77
DESVIACION ESNTANDAR	65,04	39,87	117,55	92,77	131,88	77,49	135,49	79,55
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	56,17%	18,59%	49,65%	24,49%	56,18%	18,59%	56,16%	18,60%

Fuente: German Torres

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 115.79 ms. y 214.47 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 17.

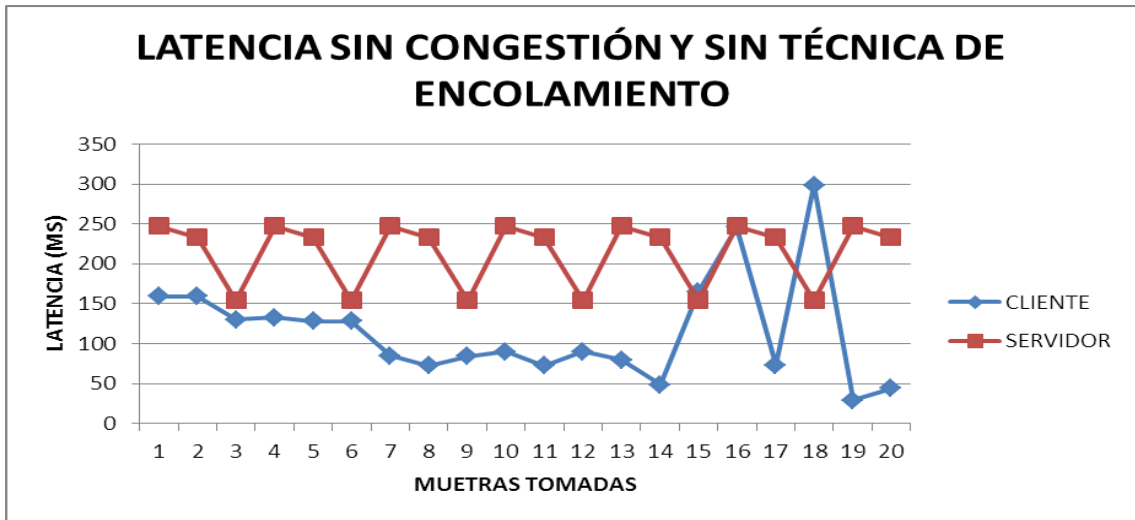


Gráfico 17. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 236.78 ms. y 378.87 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada a un 30 %, además podemos notar que LLQ es más efectivo cuando existe tráfico en la red como se observa en el Gráfico 18.

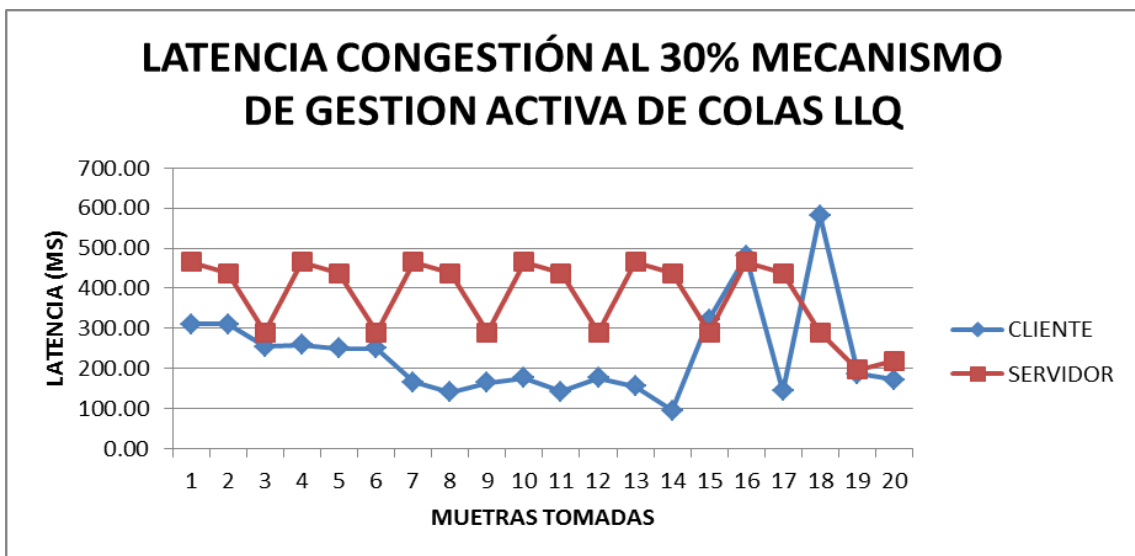


Gráfico 18. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 234.73 ms. y 416.84 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra

congestionada a un 50 %, además podemos notar que LLQ es más efectivo cuando existe tráfico en la red como se observa en el Gráfico 19.

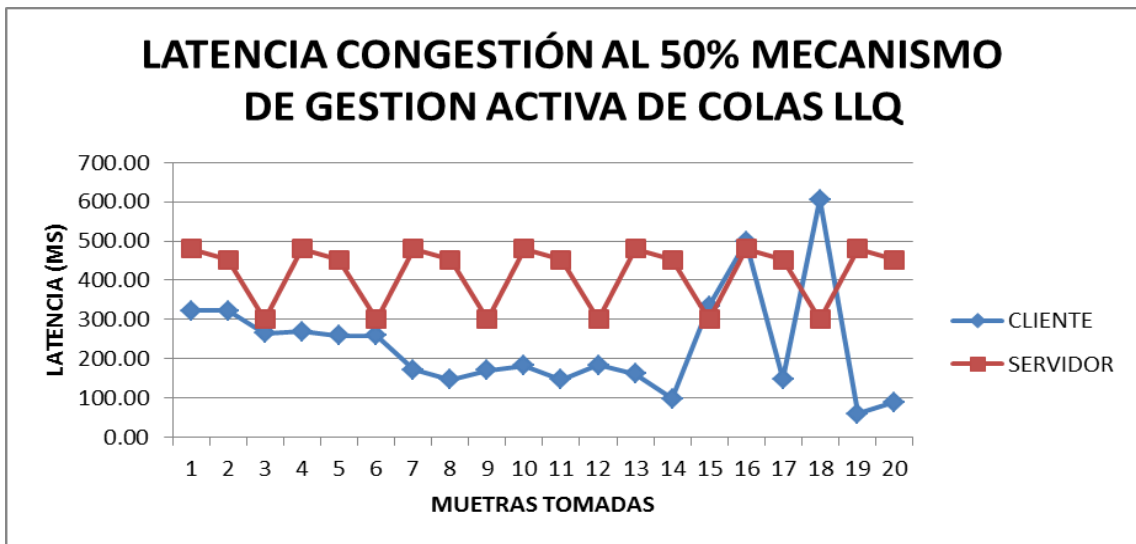


Gráfico 19. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 241.24 ms. y 427.77 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada a un 80 %, además podemos notar que LLQ es más efectivo cuando existe tráfico en la red como se observa en el Gráfico 20.

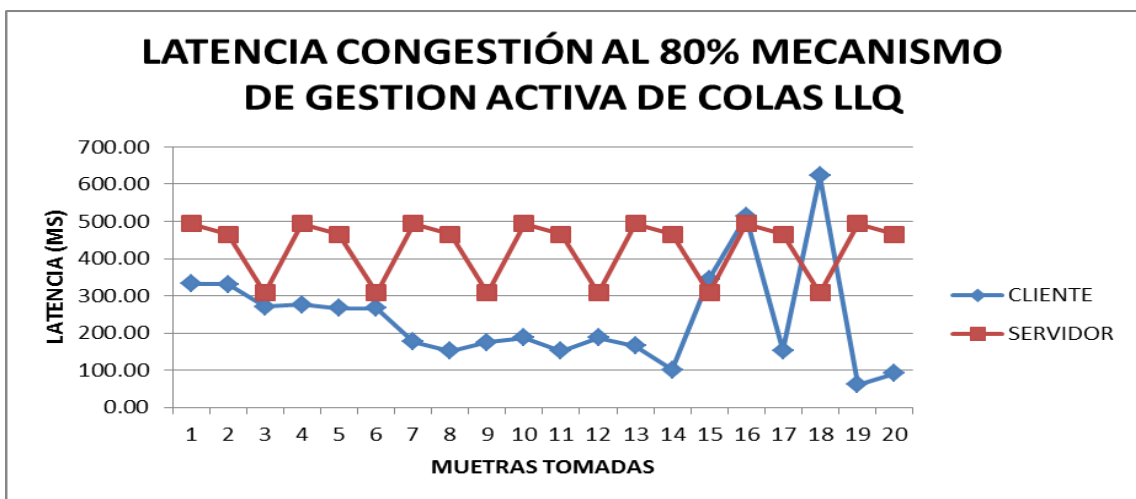


Gráfico 20. Latencia utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)

4.3.2.2. Pérdida de Paquetes

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa LLQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4

alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación;
para el análisis de la pérdida de paquetes.

Tabla 16. Pérdida de paquetes, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq

TOMA DE MUESTRAS: PERDIDA DE PAQUETES, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	8,92	7,8	10,04	8,78	12,55	10,97	15,05	13,16
2	12,84	9	14,45	10,13	18,06	12,66	21,67	15,19
3	8,44	8,44	9,50	9,50	11,87	11,87	14,24	14,24
4	7,56	7,92	8,51	8,91	10,64	11,14	12,76	13,37
5	7,92	7,4	8,91	8,33	11,14	10,41	13,37	12,49
6	8,44	8	9,50	9,00	11,87	11,25	14,24	13,50
7	12,44	12	14,00	13,50	17,50	16,88	20,99	20,25
8	7,92	9	8,91	10,13	11,14	12,66	13,37	15,19
9	8,6	10	9,68	11,25	12,10	14,06	14,51	16,88
10	11,92	11,92	13,41	13,41	16,76	16,76	20,12	20,12
11	8,6	12,84	9,68	14,45	12,10	18,06	14,51	16,00
12	7,96	12,84	8,96	14,45	11,20	18,06	13,43	15,25
13	7,92	2	8,91	2,25	11,14	2,81	13,37	3,38
14	2	3	2,25	3,38	2,81	4,22	3,38	5,06
15	8,2	8,2	9,23	9,23	11,54	11,54	13,84	13,84
16	7	7	7,88	7,88	9,85	9,85	11,81	11,81
17	8,88	8,92	9,99	10,04	12,49	12,55	14,99	15,05
18	9	8,92	10,13	10,04	12,66	12,55	15,19	15,05
19	2,2	8,92	2,48	10,04	3,10	12,55	3,71	15,05
20	8,48	8,92	9,54	10,04	11,93	12,55	14,31	15,05
MAX	12,84	12,84	14,45	14,45	18,06	18,06	21,67	20,25
MIN	2	2	2,25	2,25	2,81	2,81	3,38	3,38
MEDIA	8,26	8,65	9,3	9,74	11,62	12,17	13,94	14
DESVIACION ESNTANDAR	2,57	2,66	2,89	2,99	3,61	3,74	4,34	3,87
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	31,11%	30,75%	31,08%	30,70%	31,07%	30,73%	31,13%	27,64%

Fuente: German Torres

La pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 8.26 % y 8.65 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 21.

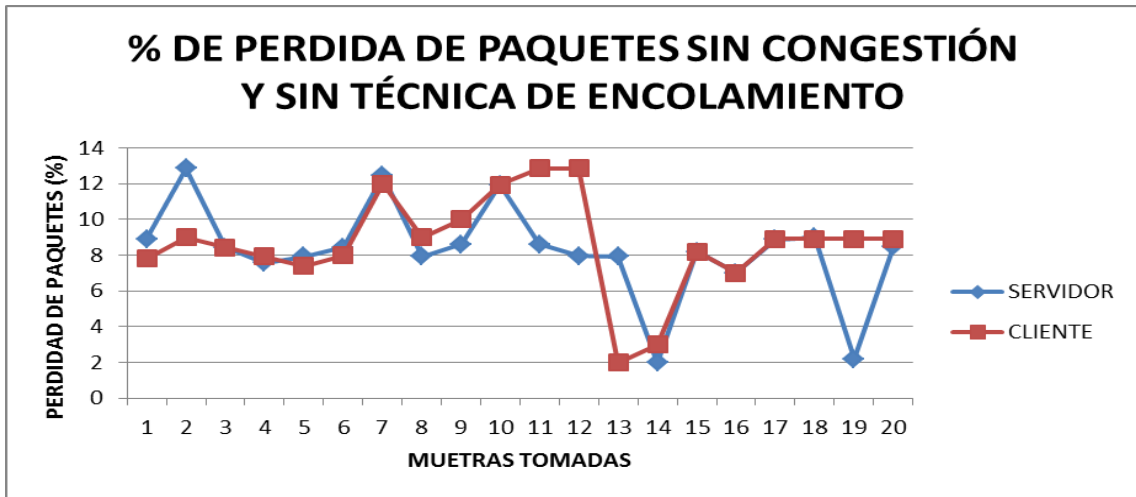


Gráfico 21. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 9.30 % y 9.74 %; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 22,.

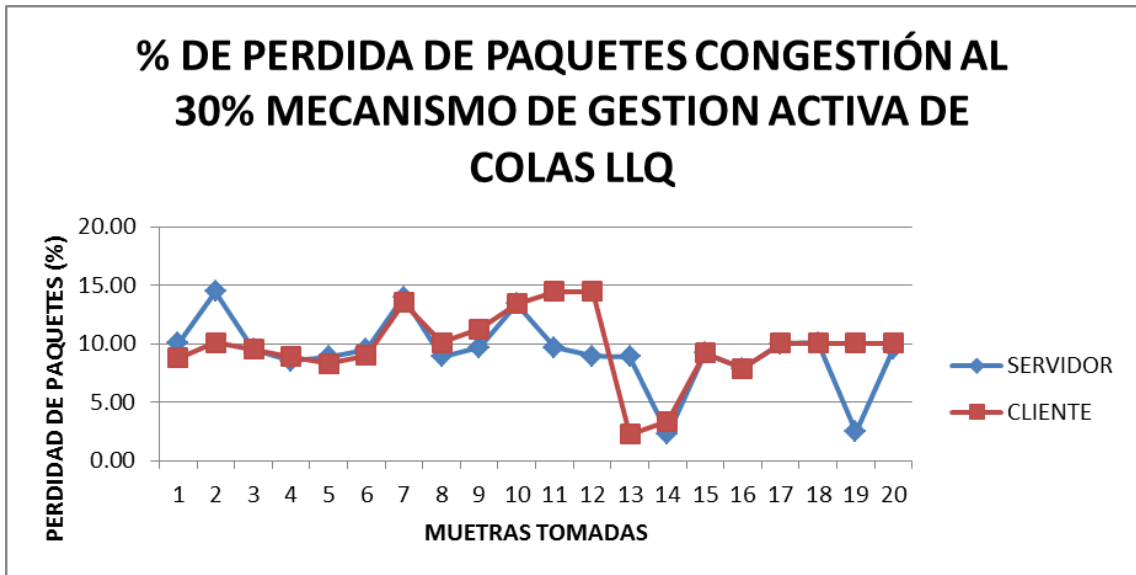


Gráfico 22. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 11.62 % y 2.17 %; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 23.

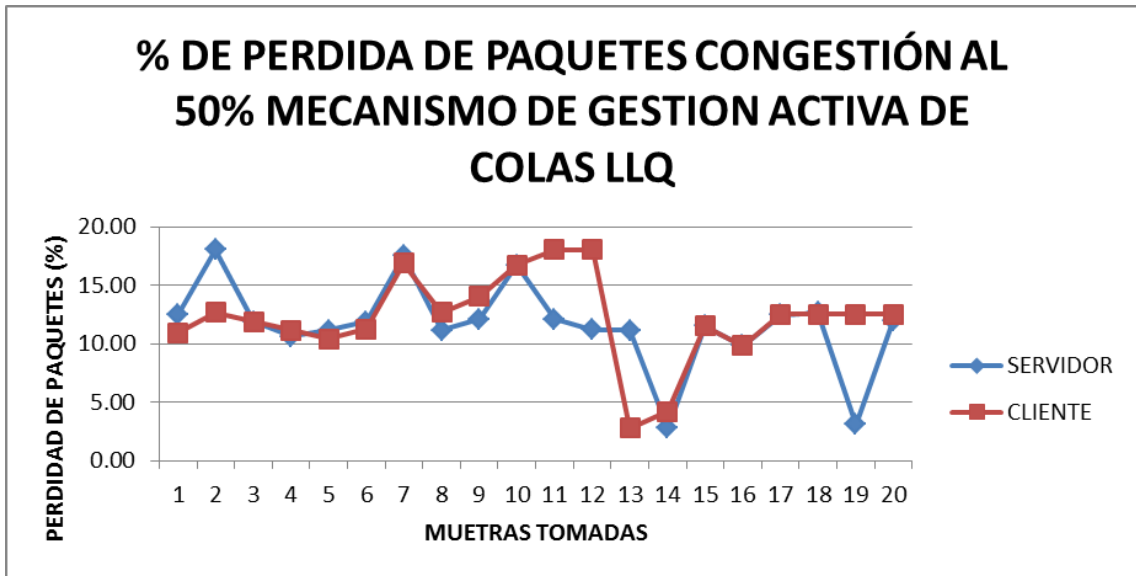


Gráfico 23. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 13.94 %. y 14.00 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 24.

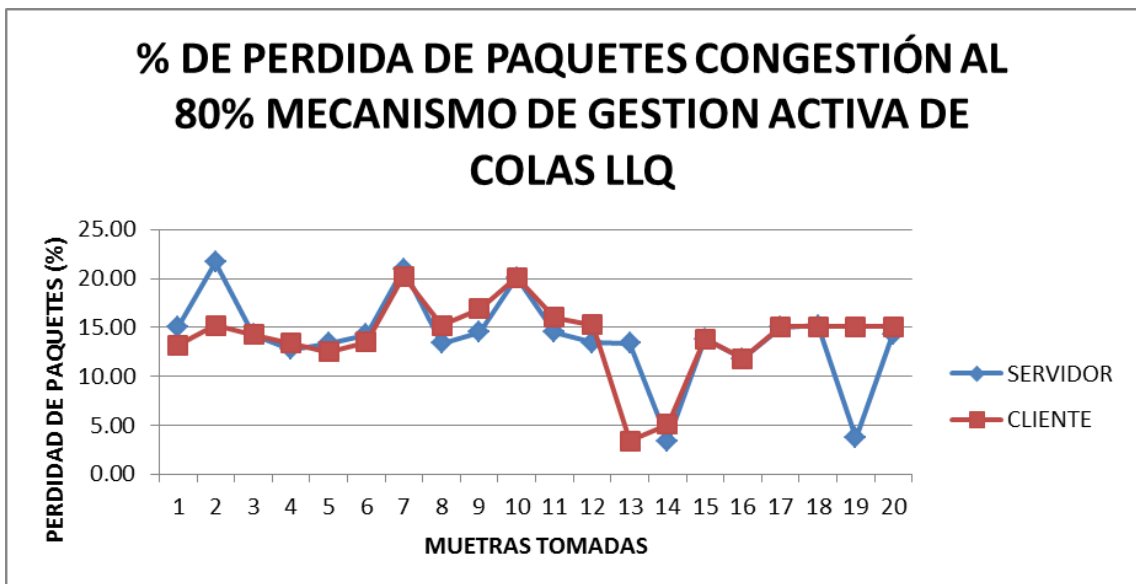


Gráfico 24. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)

4.3.2.3. Jitter

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa LLQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4

alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación;
para el análisis del jitter.

Tabla 17. Jitter, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq

TOMA DE MUESTRAS: JITTER, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	225,35	212,92	228,67	236,34	238,74	240,30	167,03	170,20
2	234,1	226,64	237,54	251,57	205,87	255,78	173,51	181,16
3	232,78	208,13	236,21	231,03	204,71	234,90	172,53	166,37
4	273,25	261,86	277,27	290,66	240,30	295,53	202,53	209,31
5	305,21	281,82	309,70	312,82	268,40	318,06	226,22	225,27
6	301,11	300,79	305,54	333,88	264,80	339,48	223,18	240,44
7	297,87	170,35	302,26	189,09	261,96	192,26	220,78	136,17
8	225,65	179,95	228,97	199,75	198,44	203,10	167,25	143,84
9	210,81	209,02	213,91	232,01	185,39	235,90	156,24	167,08
10	212,61	208,3	215,74	231,21	186,97	235,09	157,58	166,50
11	213,7	220,38	216,84	244,63	187,93	248,73	158,39	176,16
12	258,99	255,93	262,79	284,09	227,75	288,85	191,96	204,57
13	254,04	286,54	257,78	318,06	223,41	323,39	188,29	229,05
14	199,52	175,3	202,46	194,58	175,46	197,84	147,88	140,13
15	196,78	220,25	199,68	244,47	173,06	248,57	145,85	176,05
16	371,42	218,94	376,89	243,02	326,64	247,10	275,29	175,01
17	241,49	220,48	245,04	244,74	212,37	248,84	178,98	176,24
18	238,2	226,56	241,71	251,47	209,48	255,69	176,55	181,10
19	144,7	197,27	146,84	218,97	127,26	222,64	107,25	157,68
20	163,12	159,71	165,53	177,28	143,46	180,25	120,90	127,67
MAX	371,42	300,79	376,89	333,88	326,64	339,48	275,29	240,44
MIN	144,7	159,71	146,84	177,28	127,26	180,25	107,25	127,67
MEDIA	240,04	222,06	243,57	246,48	213,12	250,62	177,91	177,5
DESVIACION ESNTANDAR	50,78	37,74	51,53	41,89	44,95	42,6	37,64	30,17
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	21,15%	17,00%	21,16%	17,00%	21,09%	17,00%	21,16%	17,00%

Fuente: German Torres

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gesti´on activa de colas LLQ, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 240.04 ms. y 222.06 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 25.

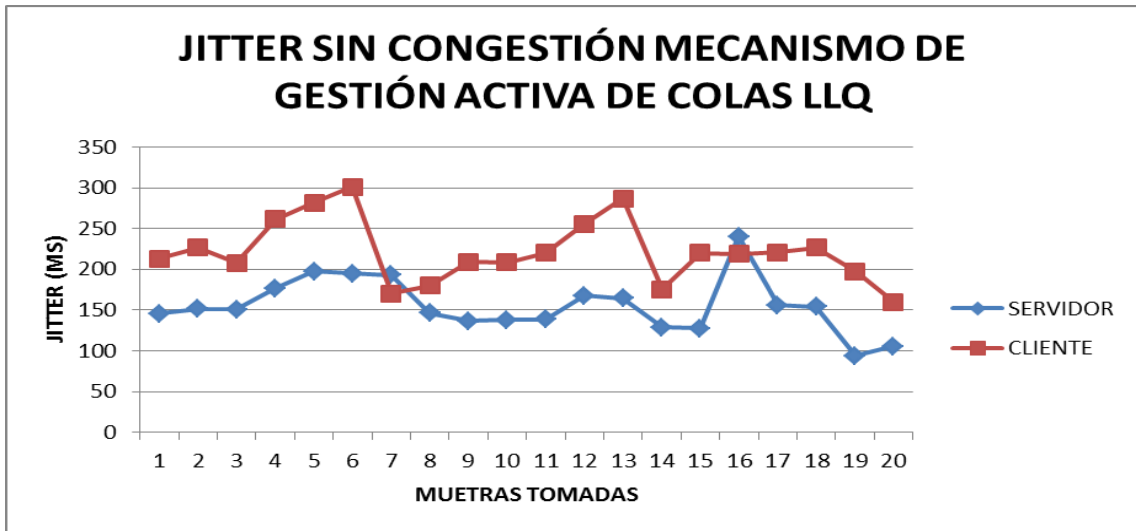


Gráfico 25. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)

Podemos observar que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 243.57 ms. y 246.48 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 26.

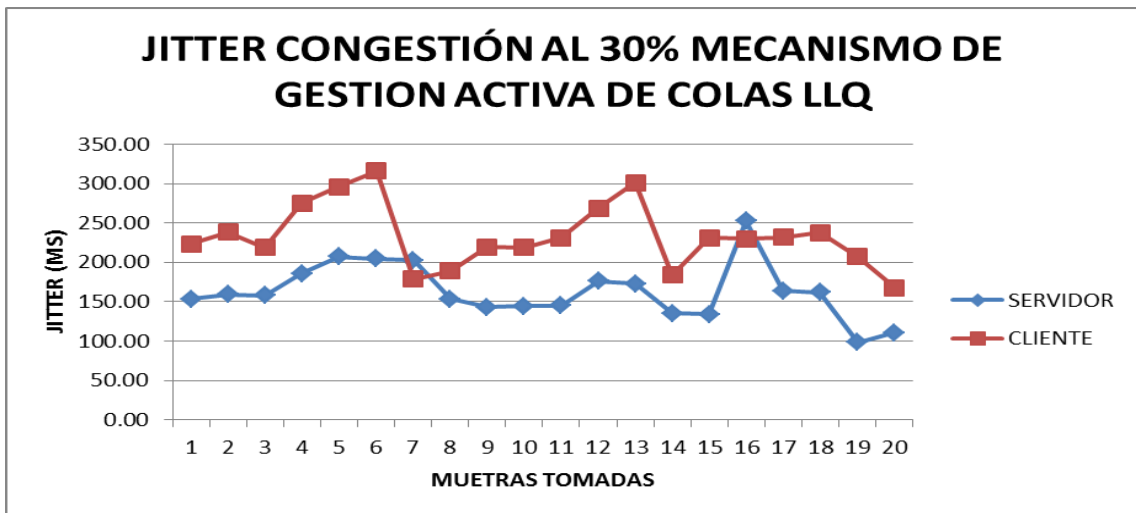


Gráfico 26. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 213.12 ms. y 250.62 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 27.

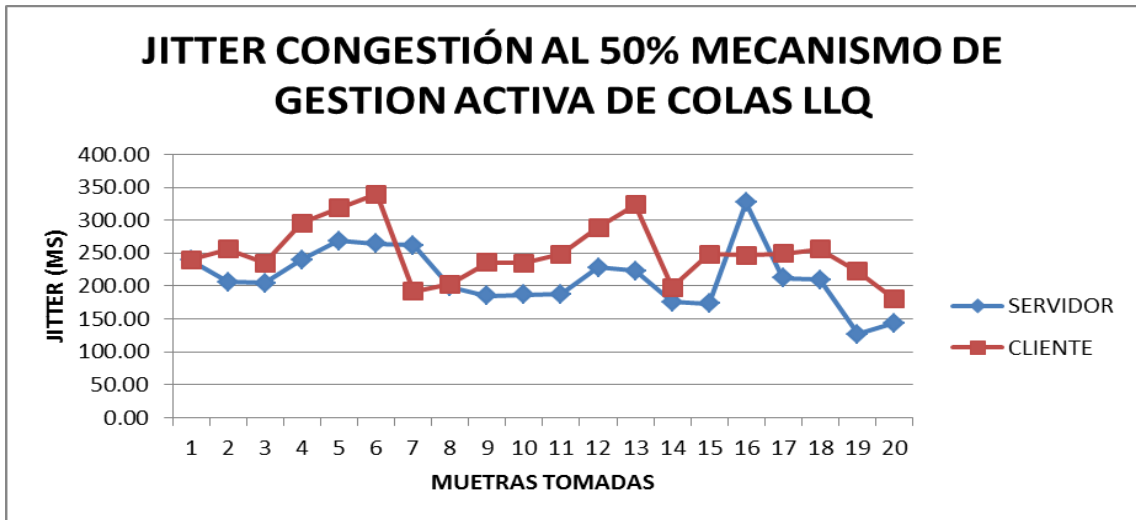


Gráfico 27. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 36.80 ms. y 42.27 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 27.

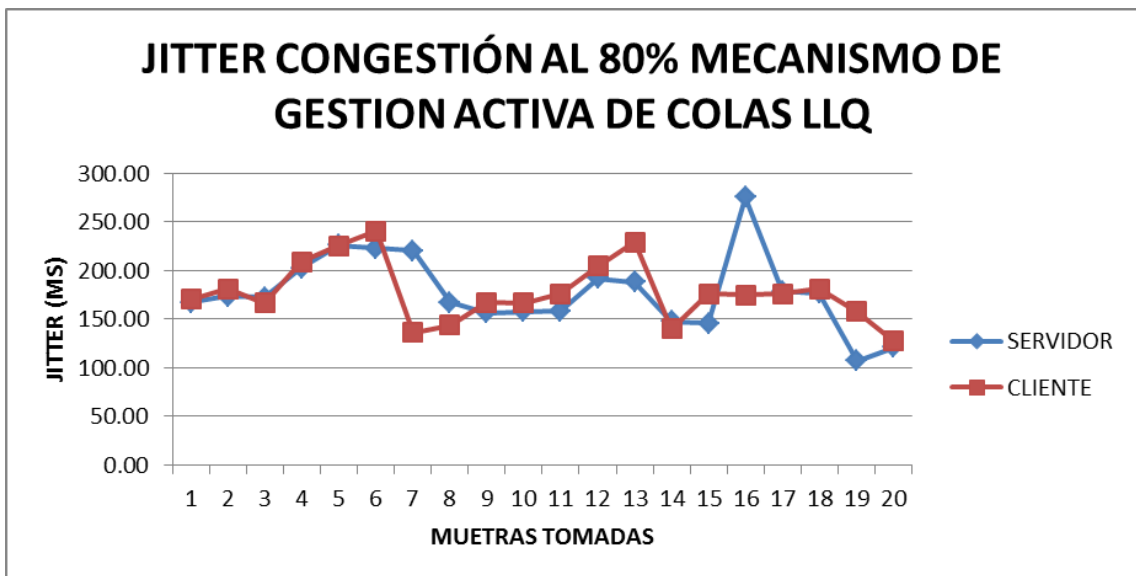


Gráfico 28. Jitter utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)

4.3.2.4. Ancho de banda

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa LLQ de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4

alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación;
para el análisis del ancho de banda.

Tabla 18. Ancho de banda, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas llq

TOMA DE MUESTRAS: ANCHO DE BANDA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	148,20	92,40	248,90	105,60	165,55	120,12	219,05	134,64
2	213,85	92,40	359,10	105,60	239,25	120,12	243,50	134,64
3	166,40	84,48	279,30	96,36	185,90	109,56	189,50	122,76
4	159,25	109,56	267,90	124,74	178,20	141,90	181,50	159,06
5	156,00	100,98	262,20	114,84	174,35	130,68	177,50	146,52
6	148,20	84,48	248,90	96,36	165,55	200,56	168,50	122,76
7	213,85	84,48	359,10	96,36	239,25	109,56	243,50	122,76
8	166,40	118,14	279,30	134,64	185,90	153,78	189,50	172,26
9	159,25	84,48	267,90	96,36	178,20	109,56	181,50	122,76
10	156,00	100,32	262,20	114,18	174,35	130,02	177,50	145,86
11	148,20	85,80	248,90	97,68	165,55	111,54	168,50	124,74
12	213,85	132,00	359,10	150,48	239,25	171,60	243,50	192,06
13	166,40	99,00	279,30	112,86	185,90	128,70	189,50	143,88
14	159,25	108,90	267,90	124,08	178,20	141,24	181,50	158,40
15	156,00	84,48	262,20	96,36	174,35	109,56	177,50	122,76
16	148,20	84,48	248,90	96,36	165,55	109,56	168,50	122,76
17	213,85	115,50	359,10	132,00	239,25	150,48	243,50	168,30
18	166,40	122,10	279,30	139,26	185,90	159,06	189,50	178,20
19	159,25	85,80	267,90	97,68	178,20	111,54	181,50	124,74
20	156,00	84,48	262,20	96,36	174,35	109,56	177,50	122,76
MAX	213,85	132	359,1	150,48	239,25	200,56	243,5	192,06
MIN	148,2	84,48	248,9	96,36	165,55	109,56	168,5	122,76
MEDIA	168,74	97,71	283,48	111,41	188,65	131,44	194,63	142,13
DESVIACION ESNTANDAR	23,3	14,76	39,06	16,82	26,14	24,65	26,61	21,58
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	13,81%	15,11%	13,78%	15,10%	13,86%	18,75%	13,67%	15,18%

Fuente: German Torres

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 168.74 kbps. y 97.71 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos

transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 29.

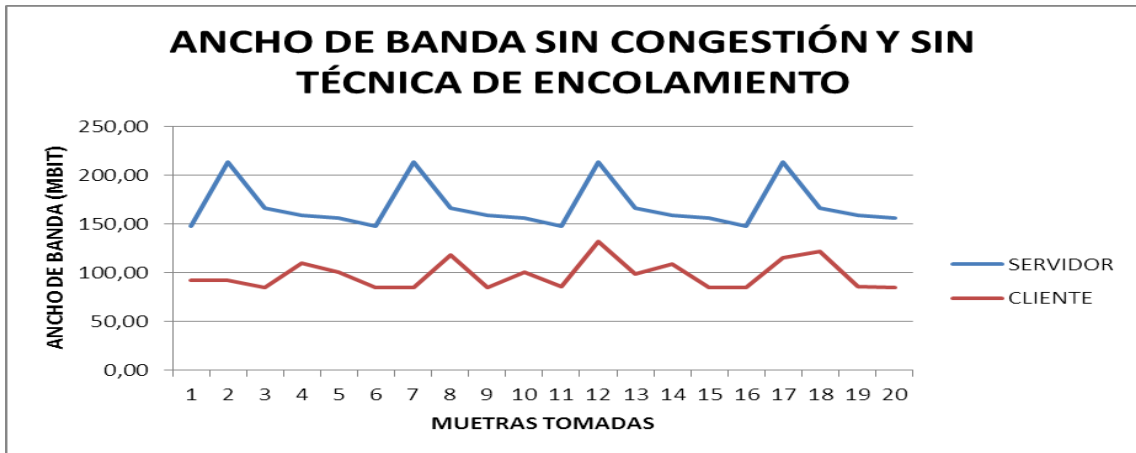


Gráfico 29. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (sin congestión)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 283.48 kbps. y 111.41 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 30.

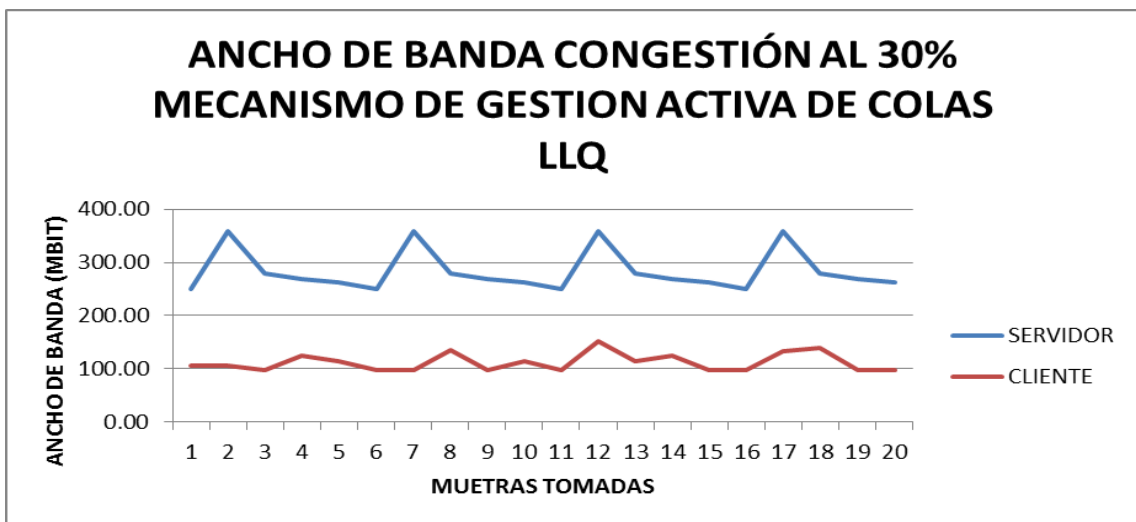


Gráfico 30. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 30%)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 188.65 kbps. y 131.44 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos

transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 31.

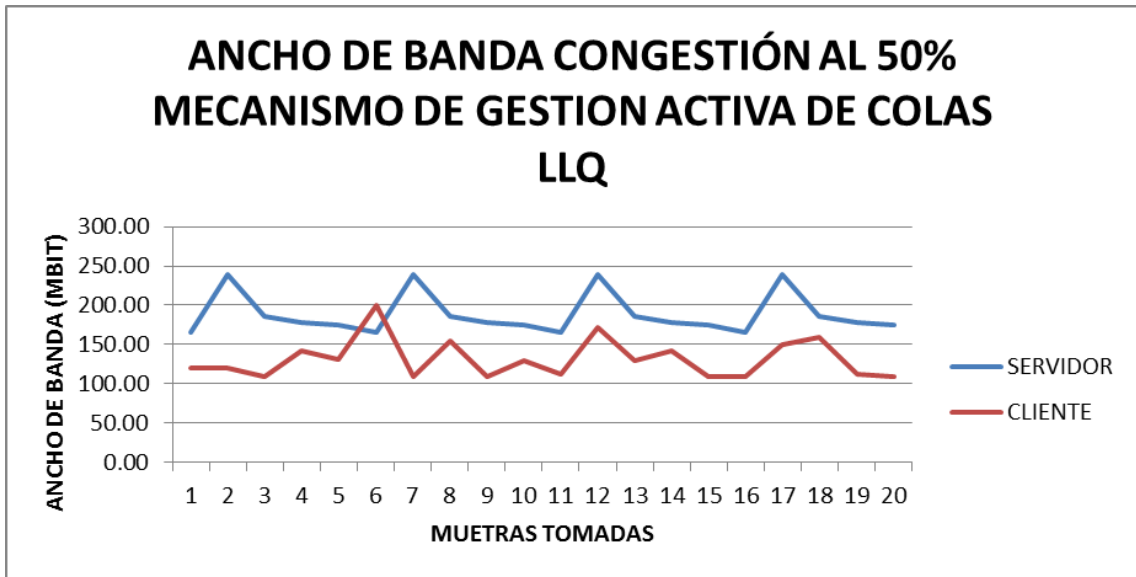


Gráfico 31. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 50%)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas LLQ, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 194.63 kbps. y 142.13 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 31.

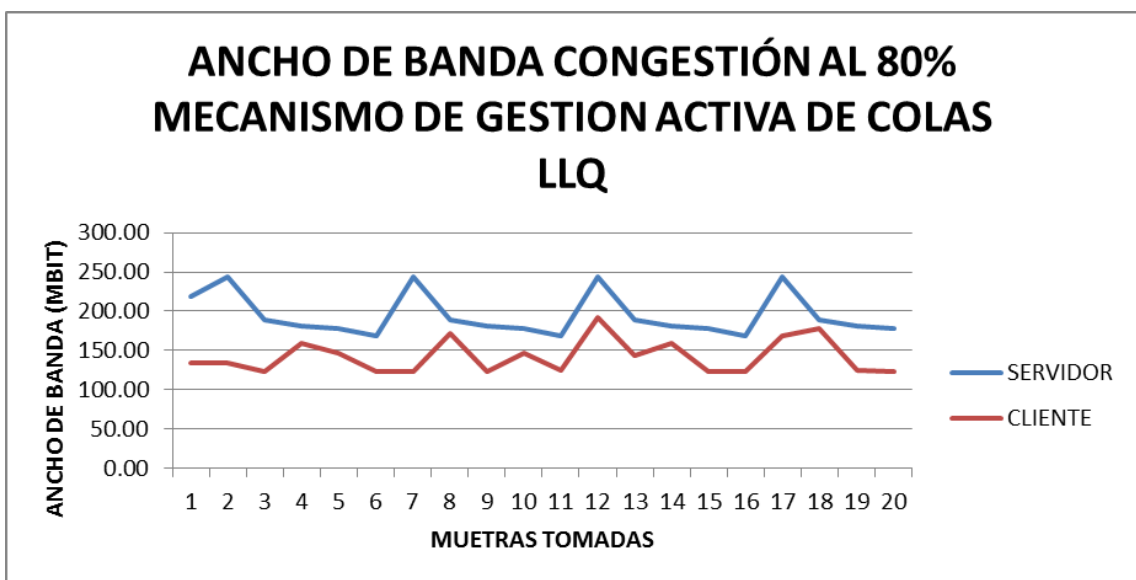


Gráfico 32. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con LLQ (congestión 80%)

4.3.3. RTP PRIORITY

4.3.3.1. Latencia

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa RTP PRIORITY de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis de la latencia.

Tabla 19. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority

TOMA DE MUESTRAS: LATENCIA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS RTP PRIORITY								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	337,67	504,19	354,04	532,00	367,82	549,92	378,42	564,48
2	337,08	474,33	354,04	500,64	367,82	517,44	377,36	530,88
3	275,84	314,2	289,38	331,52	301,04	342,72	308,46	351,68
4	281,14	504,19	294,68	532,00	306,34	549,92	314,82	564,48
5	271,6	474,33	285,14	500,64	295,74	517,44	304,22	530,88
6	271,6	314,2	285,14	331,52	295,74	342,72	304,22	351,68
7	179,65	504,19	188,68	532,00	196,10	549,92	201,40	564,48
8	153,94	474,33	161,12	500,64	167,48	517,44	172,78	530,88
9	178,39	314,2	187,62	331,52	193,98	342,72	199,28	351,68
10	190,31	504,19	200,34	532,00	207,76	549,92	213,06	564,48
11	153,98	474,33	162,18	500,64	167,48	517,44	172,78	530,88
12	191,28	314,2	200,34	331,52	208,82	342,72	214,12	351,68
13	168,28	504,19	177,02	532,00	183,38	549,92	188,68	564,48
14	103,21	474,33	108,12	500,64	112,36	517,44	115,54	530,88
15	349,77	314,2	366,76	331,52	381,60	342,72	392,20	351,68
16	521,37	504,19	546,96	532,00	568,16	549,92	584,06	564,48
17	155,25	474,33	163,24	500,64	169,60	517,44	173,84	530,88
18	633,12	314,2	664,62	331,52	690,06	342,72	709,14	351,68
19	62,14	504,19	212,00	225,12	67,84	549,92	69,96	564,48
20	93,79	474,33	196,10	249,76	101,76	517,44	104,94	530,88
MAX	633,12	504,19	664,62	532	690,06	549,92	709,14	564,48
MIN	62,14	314,2	108,12	225,12	67,84	342,72	69,96	351,68
MEDIA	245,47	436,74	269,88	432,99	267,54	476,39	274,96	488,88
DESVIACION ESNTANDAR	137,88	81,19	133,98	106,03	150,32	88,56	154,43	90,91
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	56,17%	18,59%	49,64%	24,49%	56,19%	18,59%	56,16%	18,60%

Fuente: German Torres

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 245.47 ms. y 436.74 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra sin congestión, como se observa en el Gráfico 33.

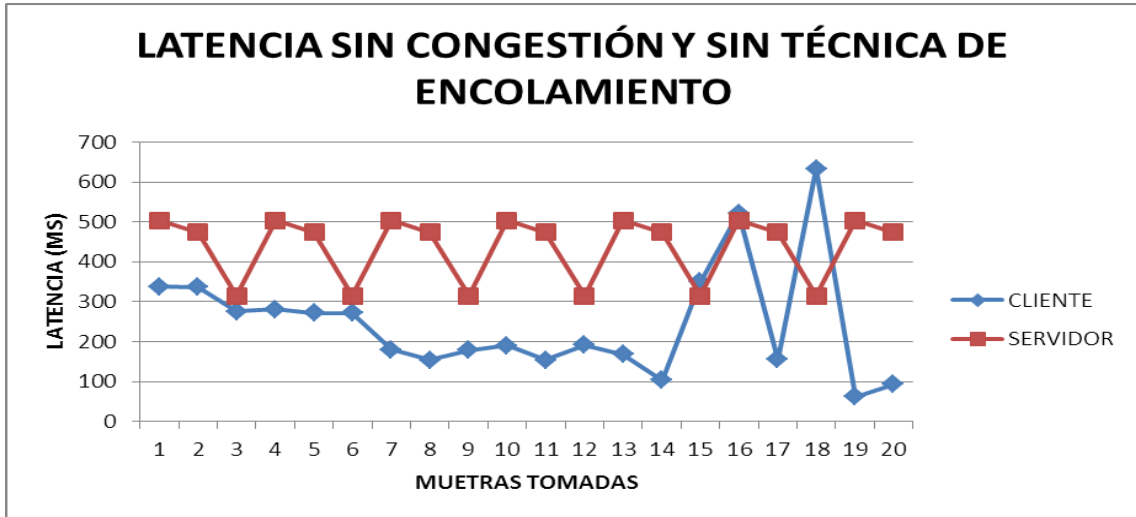


Gráfico 33. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 269.88 ms. y 432.99 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 30%, como se observa en el Gráfico 34.

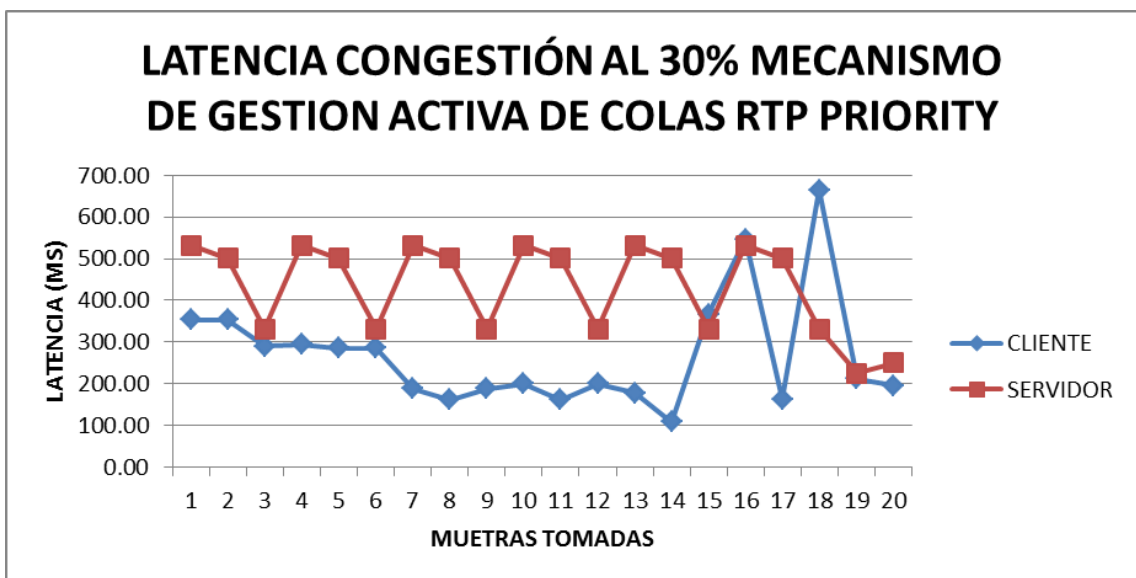


Gráfico 34. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 30%)

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 267.54 ms. y 476.39 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 50%, como se observa en el Gráfico 35.

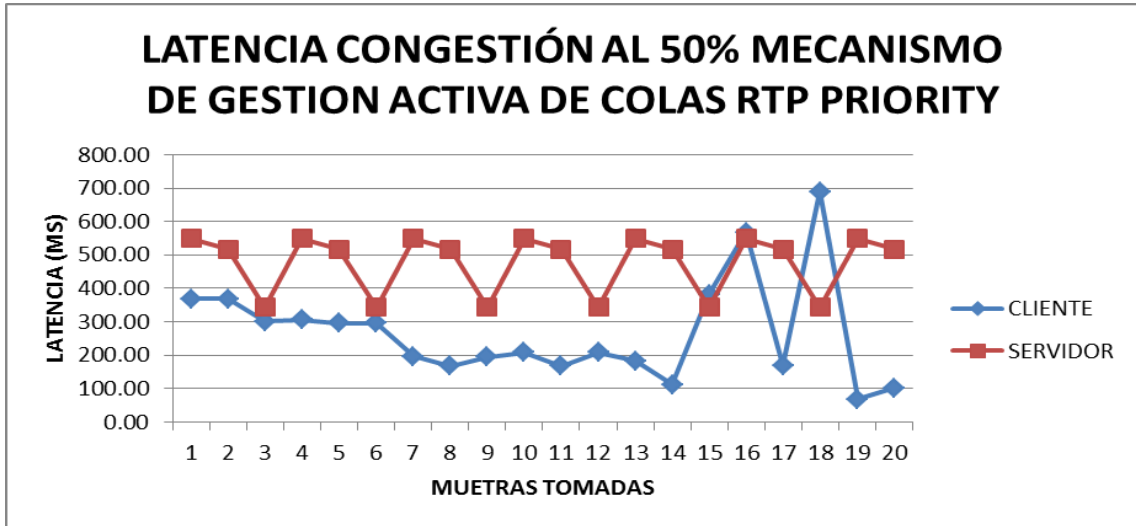


Gráfico 35. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)

El comportamiento de la latencia cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 247.96 ms. y 488.88 ms.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 80%, como se observa en el Gráfico 36.

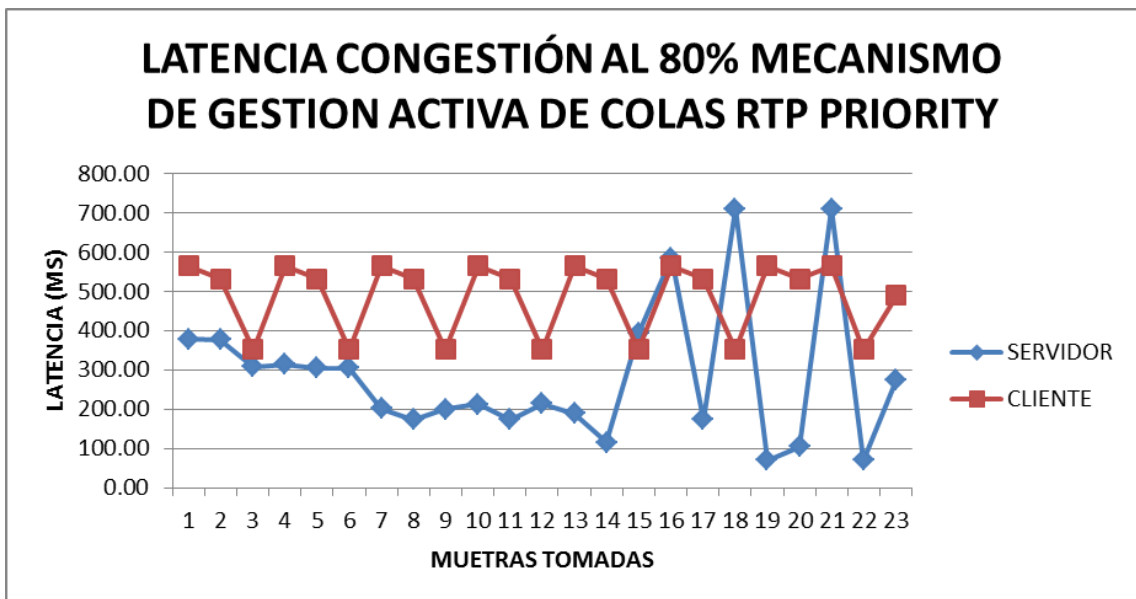


Gráfico 36. Latencia utilizada Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)

4.3.3.2. Pérdida de Paquetes

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa RTP PRIORITY de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis de la pérdida de paquetes.

Tabla 20. Pérdida de paquetes, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority

TOMA DE MUESTRAS: PERDIDA DE PAQUETES, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS RTP PRIORITY								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	0,3	3	0,94	3,60	4,68	17,99	5,62	21,59
2	0,25	3,25	1,35	4,15	6,74	20,76	8,09	24,91
3	0,36	2,5953	0,89	3,89	4,43	19,47	5,32	23,36
4	0,5292	2,4354	0,79	3,65	3,97	18,27	4,76	21,92
5	0,25	2	0,83	3,41	4,16	17,07	4,99	20,48
6	0,5908	2,46	0,89	3,69	4,43	18,45	5,32	22,14
7	0,8708	3,69	1,31	5,54	6,53	27,68	7,84	33,21
8	1	2,75	0,83	4,15	4,16	20,76	4,99	24,91
9	0,602	3,075	0,90	4,61	4,52	23,06	5,42	27,68
10	0,8344	3,6654	1,25	5,50	6,26	27,49	7,51	32,99
11	1	2	0,90	5,92	4,52	29,62	5,42	35,53
12	0,5572	3,9483	0,84	5,92	4,18	29,62	5,01	35,53
13	0,5544	0,615	0,83	0,92	4,16	4,61	4,99	5,54
14	0,14	0,9225	0,21	1,38	1,05	6,92	1,26	8,30
15	1,15	1,75	0,86	3,78	4,31	18,92	5,17	22,69
16	2,25	3,25	0,74	3,23	3,68	16,15	4,41	19,37
17	0,6216	2,7429	0,93	4,11	4,66	20,58	5,59	24,69
18	0,63	2,7429	0,95	4,11	4,73	20,58	5,67	24,69
19	0,154	2,7429	0,23	4,11	1,16	20,58	1,39	24,69
20	0,5936	2,7429	0,89	4,11	4,45	20,58	5,34	24,69
MAX	2,25	3,9483	1,35	5,92	6,74	29,62	8,09	35,53
MIN	0,14	0,615	0,21	0,92	1,05	4,61	1,26	5,54
MEDIA	0,66	2,62	0,87	3,99	4,34	19,96	5,21	23,95
DESVIACION ESNTANDAR	0,46	0,83	0,27	1,23	1,35	6,14	1,62	7,37
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	69,70%	31,68%	31,03%	30,83%	31,11%	30,76%	31,09%	30,77%

Fuente: German Torres

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 0.66 %. y 2.62 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 37.

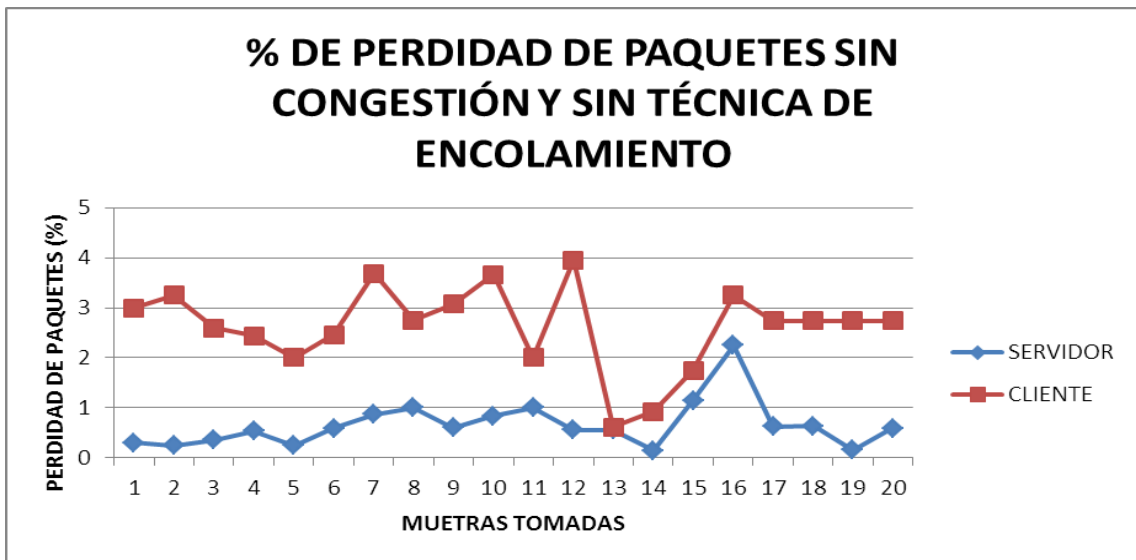


Gráfico 37. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 0.87 %. y 3.99 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 38.

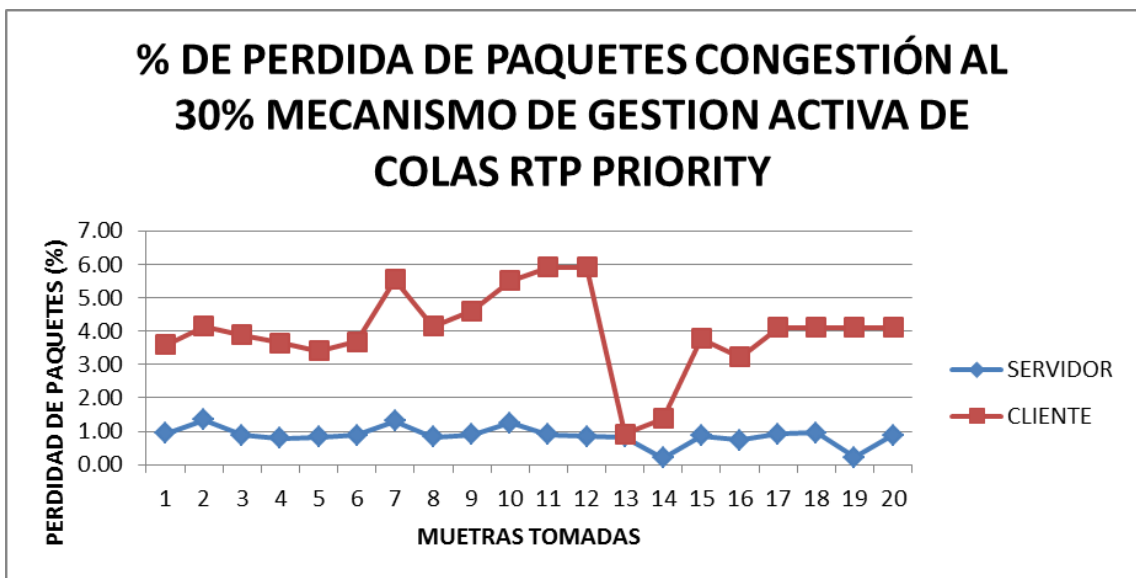


Gráfico 38. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 30%)

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 4.34 %. y 19.96 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 39.

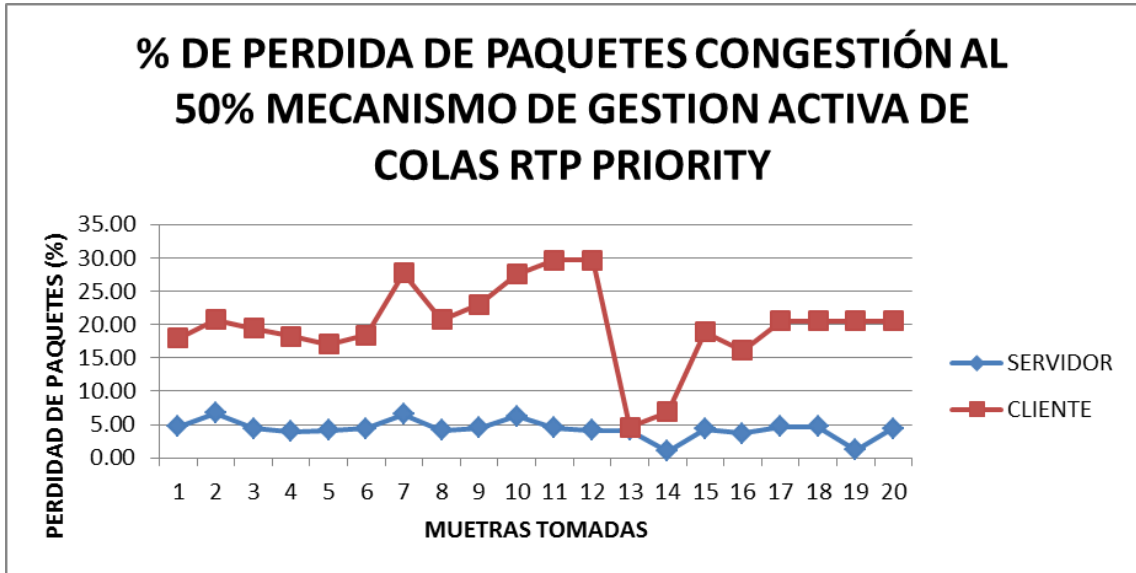


Gráfico 39. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)

El comportamiento de la pérdida de paquetes cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, que podemos observar en el servidor y cliente de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 5.21 %. y 23.95 %.; respectivamente, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 40.

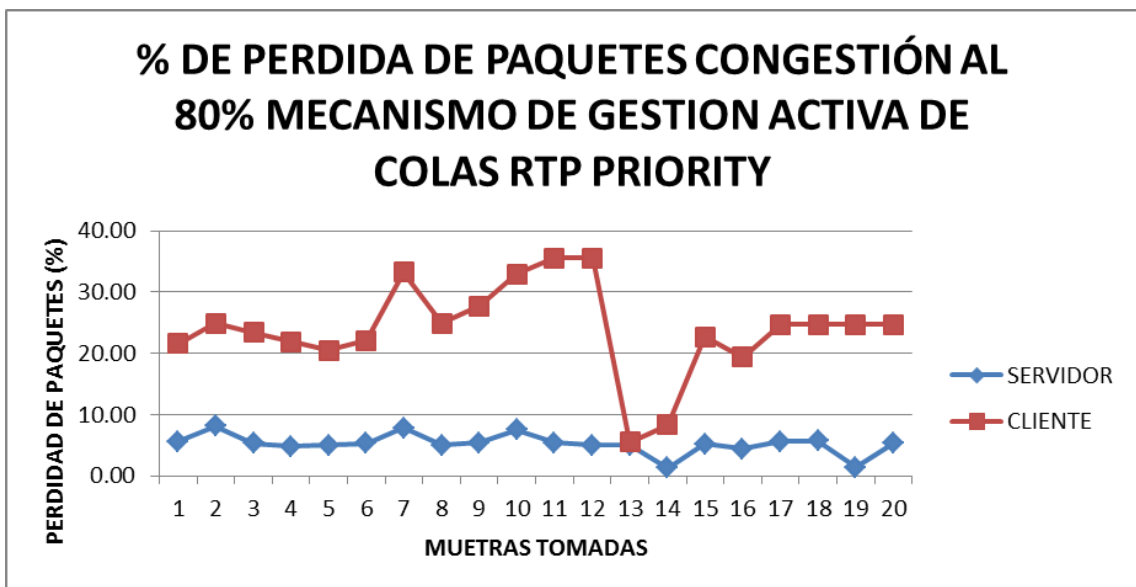


Gráfico 40. Pérdida de paquetes utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)

4.3.3.3. Jitter

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa RTP PRIORITY de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis del jitter.

Tabla 21. Jitter, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority

TOMA DE MUESTRAS: JITTER, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	286,33	184,91	329,28	210,79	396,67	240,30	400,86	249,63
2	297,44	196,82	342,06	224,37	342,06	255,78	416,42	265,70
3	295,77	180,75	340,14	206,05	340,14	234,90	414,07	244,01
4	347,19	227,4	399,27	259,24	399,27	295,53	486,06	306,99
5	387,8	244,74	445,96	279,00	445,96	318,06	542,92	330,40
6	382,59	261,21	439,98	297,79	439,98	339,48	535,63	352,64
7	378,48	147,94	435,25	168,65	435,25	192,26	529,87	199,72
8	286,71	156,27	329,71	178,15	329,71	203,10	401,39	210,97
9	267,85	181,52	308,03	206,93	308,03	235,90	374,99	245,05
10	270,14	180,89	310,66	206,22	310,66	235,09	378,19	244,21
11	271,52	191,39	312,25	218,18	312,25	248,73	380,13	258,37
12	329,07	222,26	378,42	253,37	378,42	288,85	460,70	300,04
13	322,78	248,84	371,20	283,67	371,20	323,39	451,89	335,93
14	253,51	152,24	291,54	173,55	291,54	197,84	354,91	205,52
15	250,03	191,27	287,54	218,04	287,54	248,57	350,04	258,21
16	471,93	190,13	542,72	216,75	542,72	247,10	660,70	256,68
17	306,83	191,47	352,86	218,28	352,86	248,84	429,56	258,49
18	302,66	196,75	348,06	224,29	348,06	255,69	423,73	265,61
19	183,86	171,31	211,44	195,29	211,44	222,64	257,41	231,27
20	207,26	138,7	238,36	158,12	238,36	180,25	290,16	187,24
MAX	471,93	261,21	542,72	297,79	542,72	339,48	660,7	352,64
MIN	183,86	138,7	211,44	158,12	211,44	180,25	257,41	187,24
MEDIA	304,99	192,84	350,74	219,84	354,11	250,62	426,98	260,33
DESVIACION ESNTANDAR	64,52	32,78	74,2	37,36	74,68	42,6	90,33	44,25
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	21,15%	17,00%	21,16%	16,99%	21,09%	17,00%	21,16%	17,00%

Fuente: German Torres

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 304.99 ms. y 192.84 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 41.

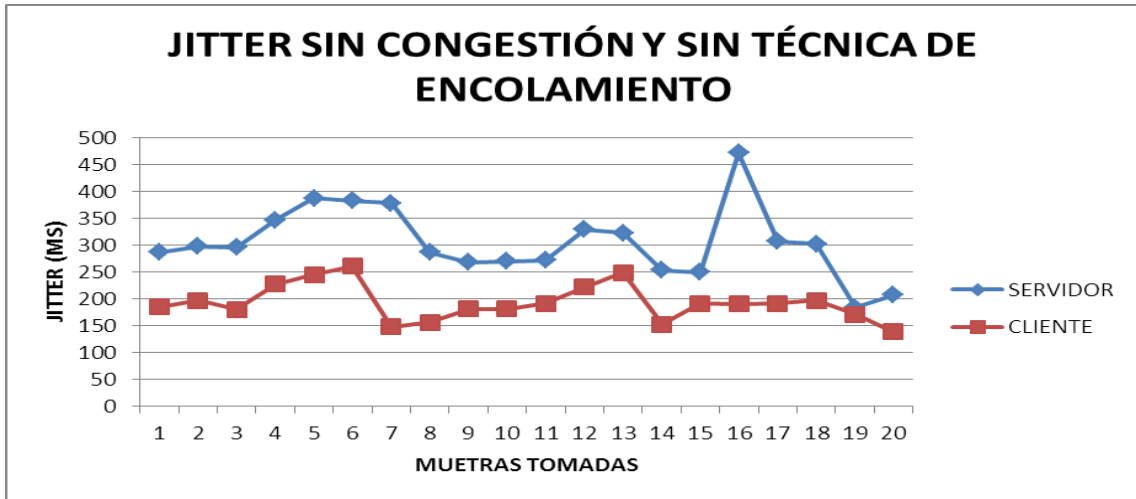


Gráfico 41. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 350.74 ms. y 219.84 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 42.

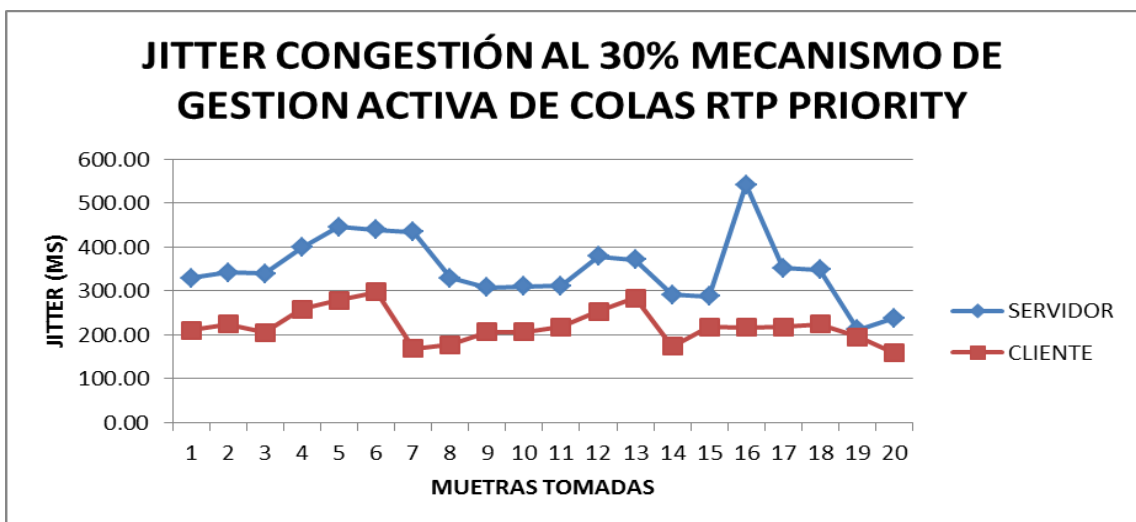


Gráfico 42. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 354.11 ms. y 250.62 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 43.

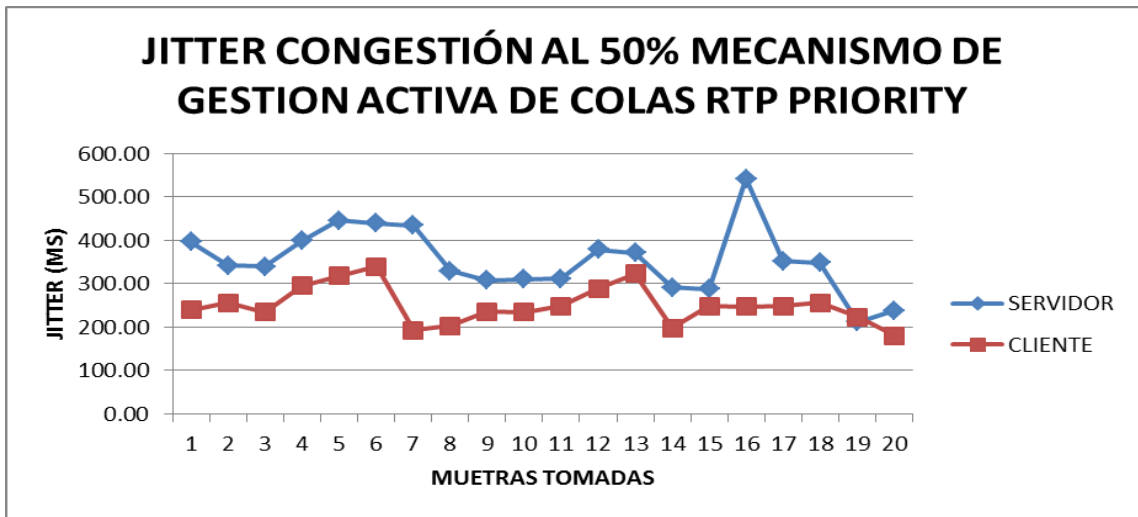


Gráfico 43. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)

Podemos observar de que el jitter aplicando el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 426.98 ms. y 260.33 ms; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 43.

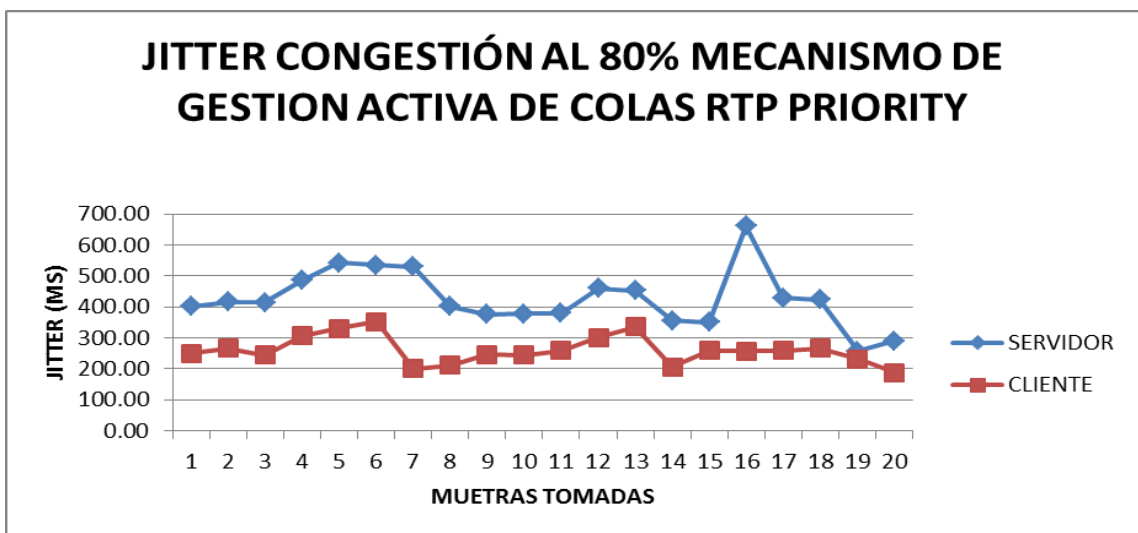


Gráfico 44. Jitter utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)

4.3.3.4. Ancho de banda

El comportamiento de la Para el análisis del descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa RTP PRIORITY de colas se tomaron las siguientes muestras con las 4 alternativas de red en los diferentes niveles de congestión como se detalla a continuación; para el análisis del ancho de banda.

Tabla 22. Latencia, descarte selectivo de paquetes wred en mecanismo de gestion activa de colas rtp priority

TOMA DE MUESTRAS: ANCHO DE BANDA, DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED EN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
NÚMERO DE MUESTRA	SIN CONGESTION		CONGESTION 30%		CONGESTION 50%		CONGESTION 80%	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
1	136,80	224,00	157,20	256,00	180,60	291,20	202,20	326,40
2	197,40	224,00	226,80	256,00	261,00	291,20	292,20	326,40
3	153,60	204,80	176,40	233,60	202,80	265,60	227,40	297,60
4	147,00	265,60	169,20	302,40	194,40	344,00	217,80	385,60
5	144,00	244,80	165,60	278,40	190,20	316,80	213,00	355,20
6	136,80	204,80	157,20	233,60	180,60	265,60	202,20	297,60
7	197,40	204,80	226,80	233,60	261,00	265,60	292,20	297,60
8	153,60	286,40	176,40	326,40	202,80	372,80	227,40	417,60
9	147,00	204,80	169,20	233,60	194,40	265,60	217,80	297,60
10	144,00	243,20	165,60	276,80	190,20	315,20	213,00	353,60
11	136,80	208,00	157,20	236,80	180,60	270,40	202,20	302,40
12	197,40	320,00	226,80	364,80	261,00	416,00	292,20	465,60
13	153,60	240,00	176,40	273,60	202,80	312,00	227,40	348,80
14	147,00	264,00	169,20	300,80	194,40	342,40	217,80	384,00
15	144,00	204,80	165,60	233,60	190,20	265,60	213,00	297,60
16	136,80	204,80	157,20	233,60	180,60	265,60	202,20	297,60
17	197,40	280,00	226,80	320,00	261,00	364,80	292,20	408,00
18	153,60	296,00	176,40	337,60	202,80	385,60	227,40	432,00
19	147,00	208,00	169,20	236,80	194,40	270,40	217,80	302,40
20	144,00	204,80	165,60	233,60	190,20	265,60	213,00	297,60
MAX	197,4	320	226,8	364,8	261	416	292,2	465,6
MIN	136,8	204,8	157,2	233,6	180,6	265,6	202,2	297,6
MEDIA	155,76	236,88	179,04	270,08	205,8	307,6	230,52	344,56
DESVIACION ESNTANDAR	21,51	35,77	24,67	40,77	28,51	46,75	31,89	52,33
COEFICIENTE DE VARIABILIDAD	13,81%	15,10%	13,78%	15,10%	13,85%	15,20%	13,83%	15,19%

Fuente: German Torres

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 155.76 kbps. y 236.88 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra sin congestión como se observa en el Gráfico 45.

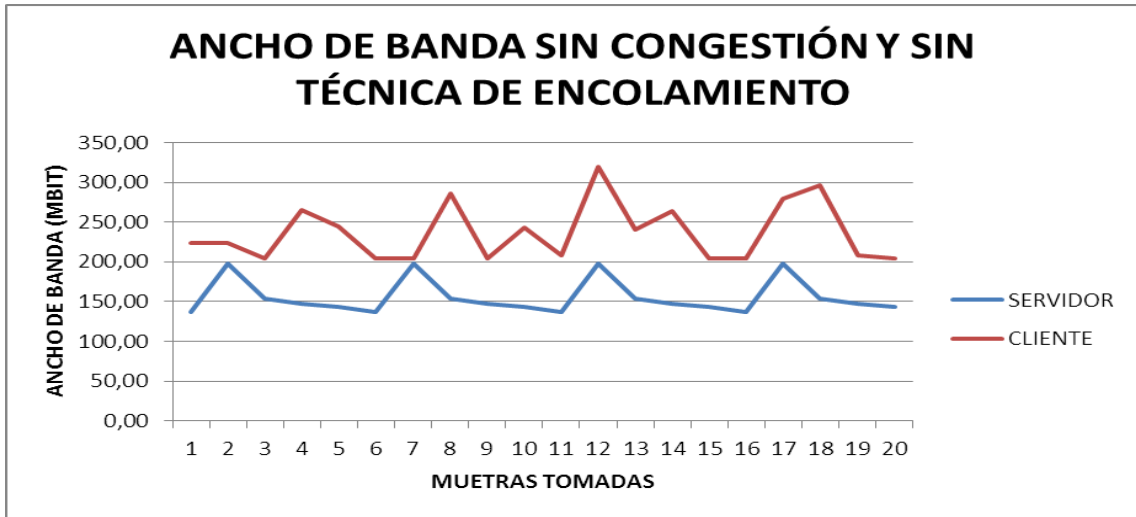


Gráfico 45. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (sin congestión)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 179.04 kbps. y 270.08 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 30% como se observa en el Gráfico 46.

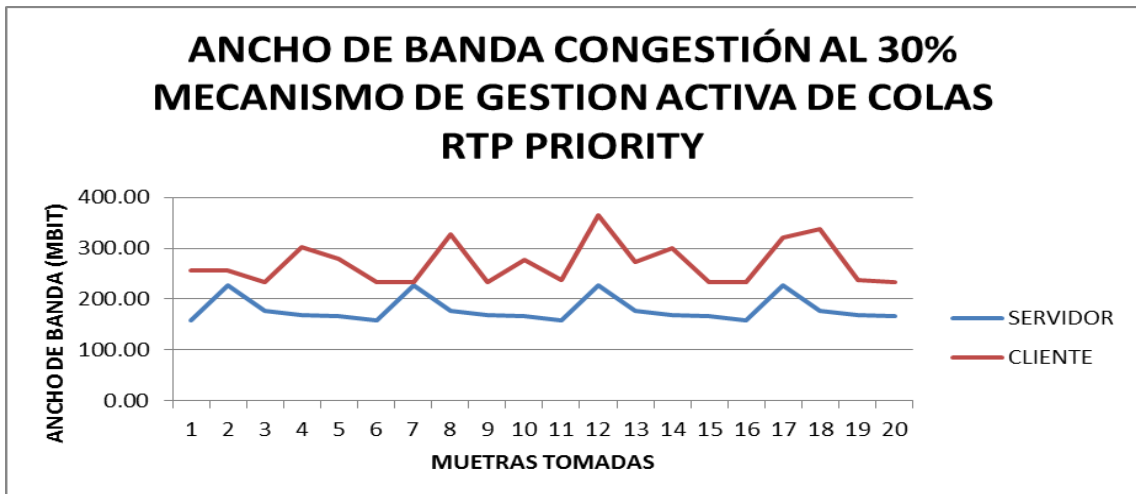


Gráfico 46. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 30%)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 205.80 kbps. y 307.60 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 50% como se observa en el Gráfico 47.

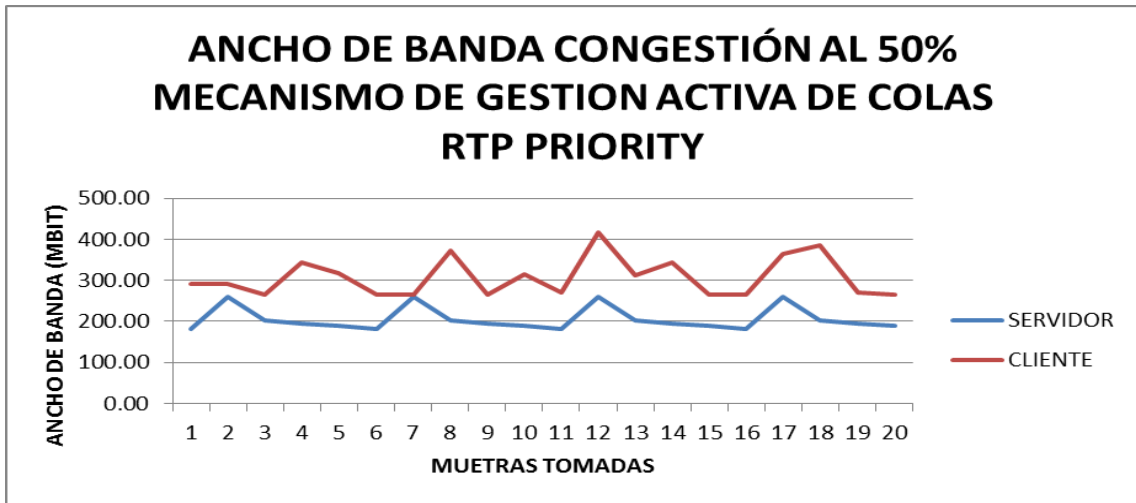


Gráfico 47. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 50%)

Podemos observar que cuando aplicamos el mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY, de que el ancho de banda utilizado de acuerdo a la media de las muestras tomadas esta entre los 19.34 kbps. y 40.11 kbps; en el servidor y cliente respectivamente del total de los datos transmitidos que son alrededor de 10240 kbps, cuando la red se encuentra congestionada al 80% como se observa en el Gráfico 48.

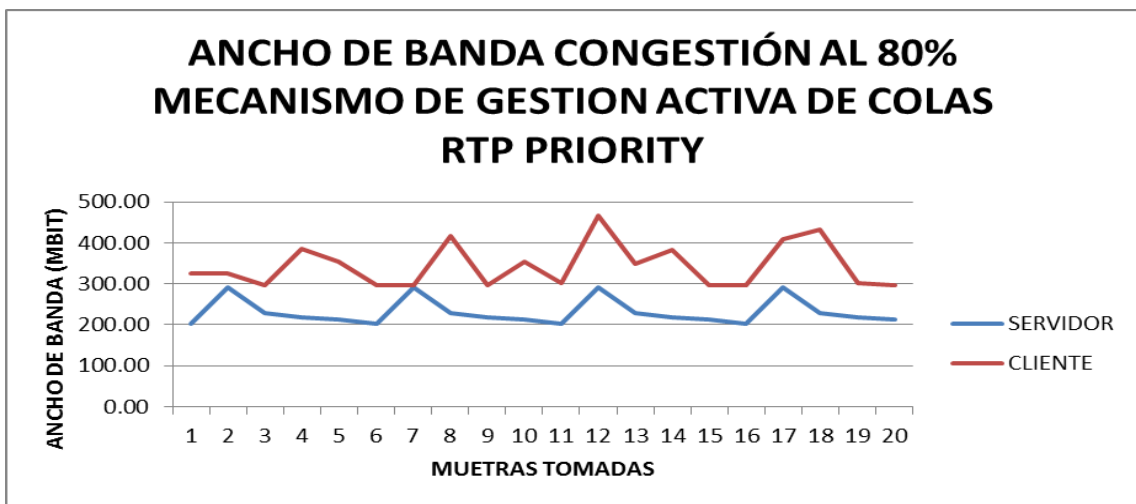


Gráfico 48. Ancho de banda utilizado Cliente y Servidor con RTP PRIORITY (congestión 80%)

4.4 Presentación de resultados

Tabla 23. Presentación de resultados

SIN DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES SIN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAD DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	231,58	389,95	2,07	2,16	282,4	292,18	259,6	148,05
CONGESTION AL 30%	254,60	386,60	3,10	3,24	324,76	333,09	298,40	168,80
CONGESTION AL 50 %	252,40	425,35	15,49	16,23	327,88	379,72	343,00	192,25
CONGESTION AL 80 %	259,40	436,50	18,59	19,47	395,35	394,45	384,20	215,35
DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS CBWFQ								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAD DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	257,05	475,74	0,99	0,73	214,62	251,28	246,62	196,91
CONGESTION AL 30%	282,61	471,65	1,86	1,2	246,81	286,46	283,48	224,5
CONGESTION AL 50 %	280,16	518,93	9,3	6	249,19	326,56	335,69	255,69
CONGESTION AL 80 %	287,93	532,53	11,15	7,2	300,47	339,22	364,99	286,42
DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAD DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	115,79	214,47	8,26	8,65	240,04	222,06	168,74	97,71
CONGESTION AL 30%	236,78	378,87	9,3	9,74	243,57	246,48	283,48	111,41
CONGESTION AL 50 %	234,73	416,84	11,62	12,17	213,12	250,62	188,65	131,44
CONGESTION AL 80 %	241,24	427,77	13,94	14	177,91	177,5	194,63	142,13
DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS RTP PRIORITY								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAD DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE

	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	245,47	436,74	0,66	2,62	304,99	192,84	155,76	236,88
CONGESTION AL 30%	269,88	432,99	0,87	3,99	350,74	219,84	179,04	270,08
CONGESTION AL 50 %	267,54	476,39	4,34	19,96	354,11	250,62	205,80	307,60
CONGESTION AL 80 %	274,96	488,88	5,21	23,95	426,98	260,33	230,52	344,56

Una vez realizados los ensayos en el laboratorio de cisco bajo el escenario de pruebas con las cuatro alternativas de red con diferentes niveles de congestión se ha determinado que la el mejor mecanismo de gestión activa de colas es LLQ siendo esta el mecanismo más apropiado para proveer calidad de servicio para la transmisión de video en tiempo real en redes WAN.

De los datos analizados se ha podido determinar que CBWFQ+WRED, RTP PRIORITY podrían reducir la pérdida de paquetes para transmisiones de video tiempo real pero no garantiza el retardo y jitter por lo que para satisfacer esta necesidad LLQ incorpora PQ + CBWFQ que nos permite mejorar en los parámetros detallados:

- Pérdida de paquetes
- Retraso
- Jitter
- Ancho de banda

4.5. Comprobación de la hipótesis de la investigación

4.5.1. Parámetros para establecer la mejora de Calidad de servicio.

Para demostrar la hipótesis de esta investigación; se establecerá parámetros basados en: QoS para la transmisión de video en tiempo real dentro del escenario propuesto para el estudio del Modelo Referencial propuesto, la cuantificación de los parámetros monitoreados definirán si la hipótesis se cumple o no.

La congestión en las redes es un problema debido al tráfico que circula a través de ella, el mejorar la QoS a través de la implementación de mecanismos de gestión activa de colas para

la transmisión de video en tiempo real, debido a que se debe garantizar un enlace de calidad en la transmisión debido a los factores que afectan a la comunicación como Latencia, Pérdida de paquetes, jitter, y el ancho de banda lo que queremos es mejorar y bajar a los niveles más bajos para una comunicación de calidad.

En la actualidad es importante mejorar la transmisión de datos en una red congestionada garantizando una comunicación de calidad a través del establecimiento de políticas de QoS, a través de la aplicación de mecanismos de gestión activa de colas en los router que nos permitan priorizar el tráfico, y elegir qué es lo que primero quiero transmitir.

4.5.2. Parámetros a ser cuantificados y analizados

Dentro del caso de estudio se han definido cuatro parámetros fundamentales para mejorar la QoS en la transmisión de video en tiempo real.

4.5.2.1 Latencia

Una vez implementado en el escenario de pruebas las políticas para configurar el mecanismo de gestión activa de colas CBWQF+WRED, LLQ y RTP PRIORITY en la red con sus cuatro alternativas; sin congestión, congestión al 30%, congestión al 50% y congestión al 80 % en el caso de estudio tanto en el cliente como en el servidor empezamos medir el comportamiento de la latencia y se puede determinar que:

Que la latencia en el servidor siempre es menor con respecto al cliente

Que el comportamiento de la latencia tanto en el cliente como en el servidor con las 4 alternativas de red en los diferentes porcentajes de congestión es directamente proporcional a la latencia.

Como se muestra en Gráfico 49 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 231.58 y 259.40 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia.

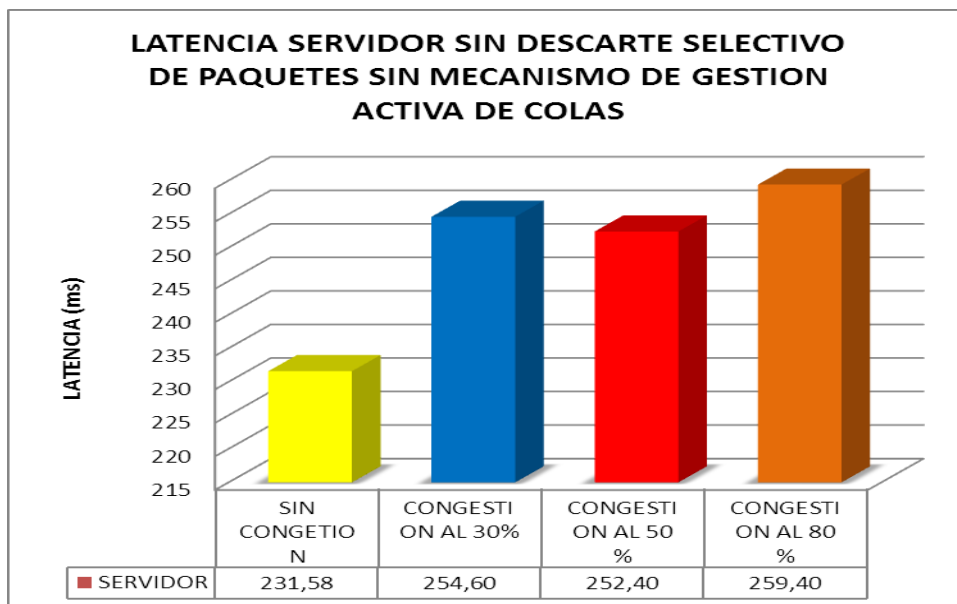


Gráfico 49. Latencia servidor de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 50 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 386.60 ms y 436.50 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia.

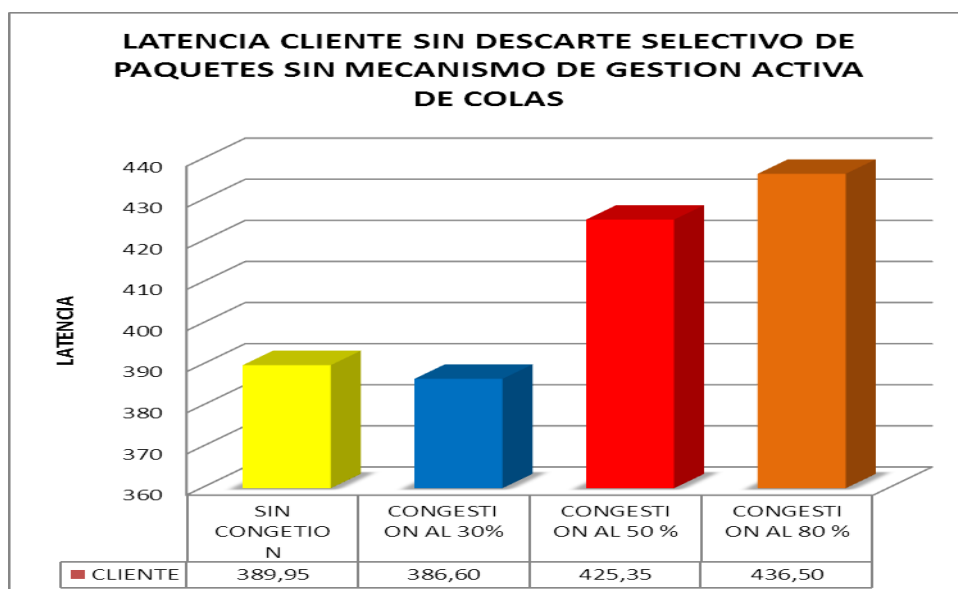


Gráfico 50. Latencia cliente de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 51 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 257.05 y 287.93 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el

servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

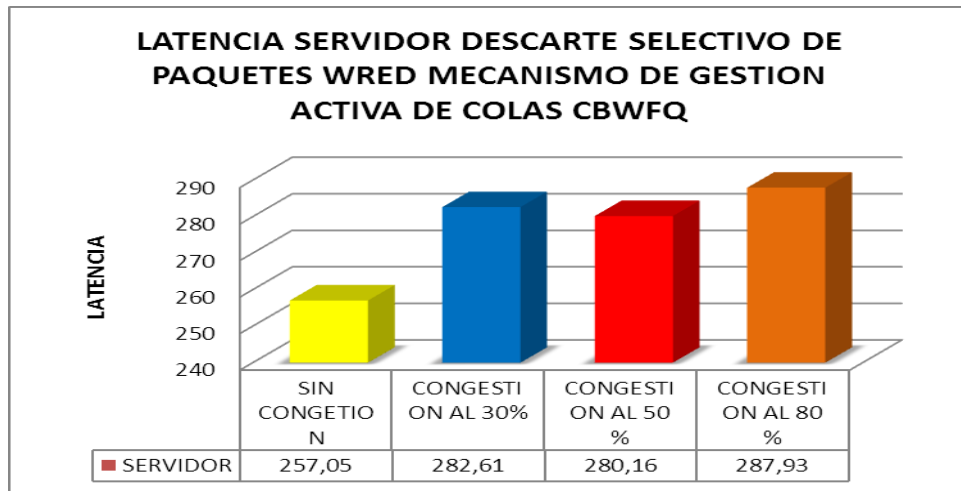


Gráfico 51. Latencia servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq

Como se muestra en Gráfico 52 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 471.65 y 532.53 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

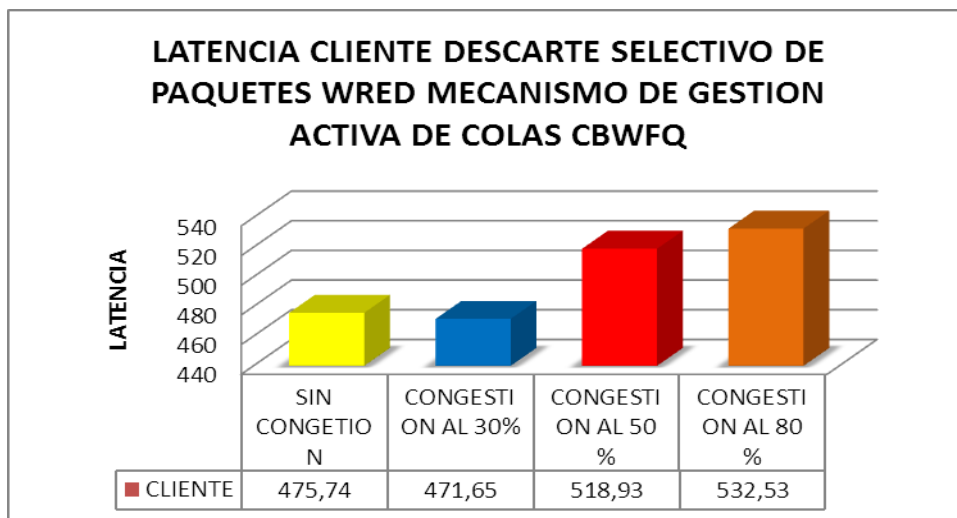


Gráfico 52. Latencia cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq

Como se muestra en Gráfico 53 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 115.79 y

241.24 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

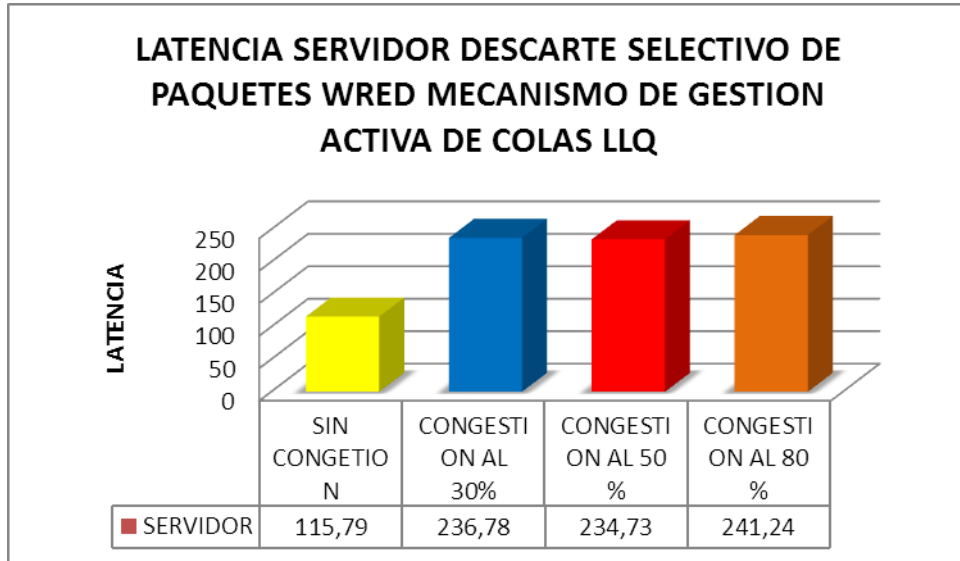


Gráfico 53. Latencia servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 54 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 214.47 y 427.77 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación CBWFQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

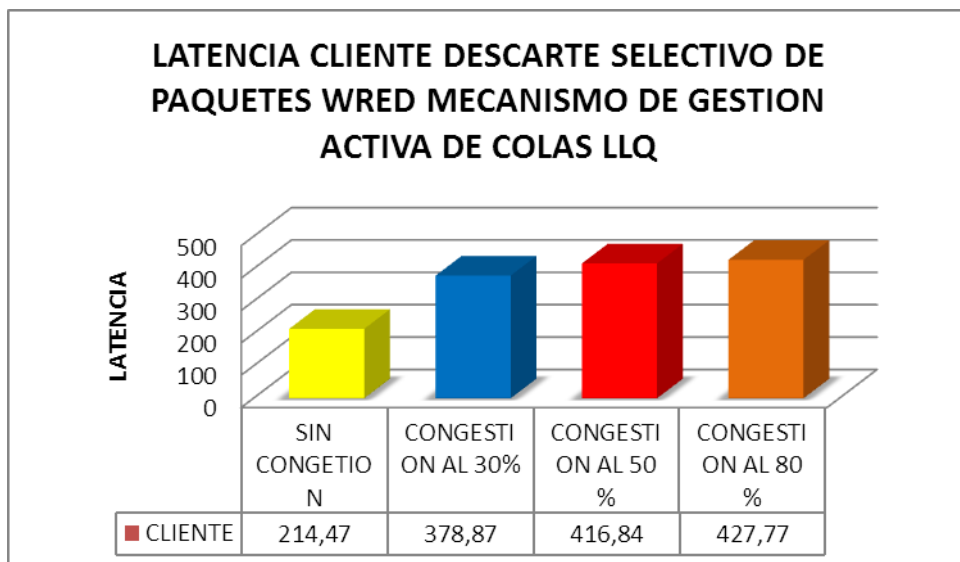


Gráfico 54. Latencia cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 55 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 245.47 y 274.96 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación CBWFQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

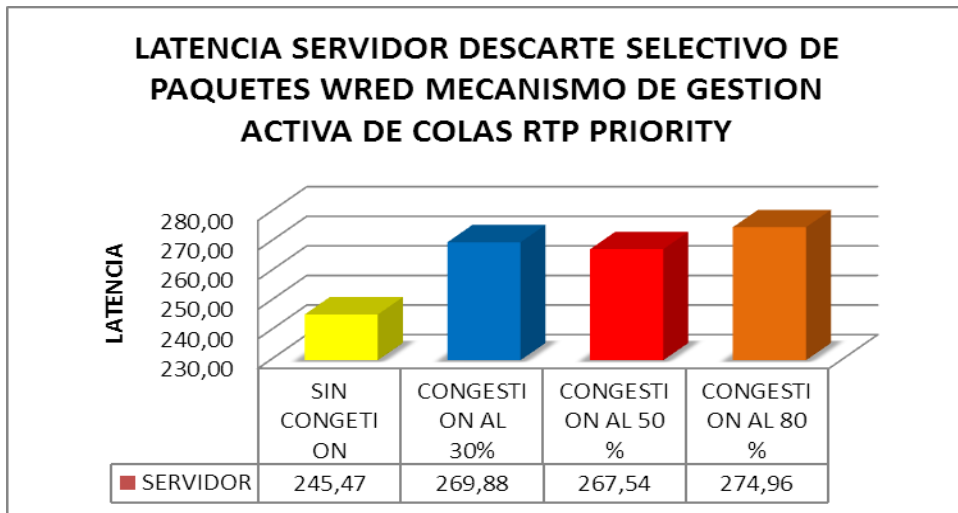


Gráfico 55. Latencia servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

Como se muestra en Gráfico 56 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 432.99 y 488.88 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación CBWFQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión

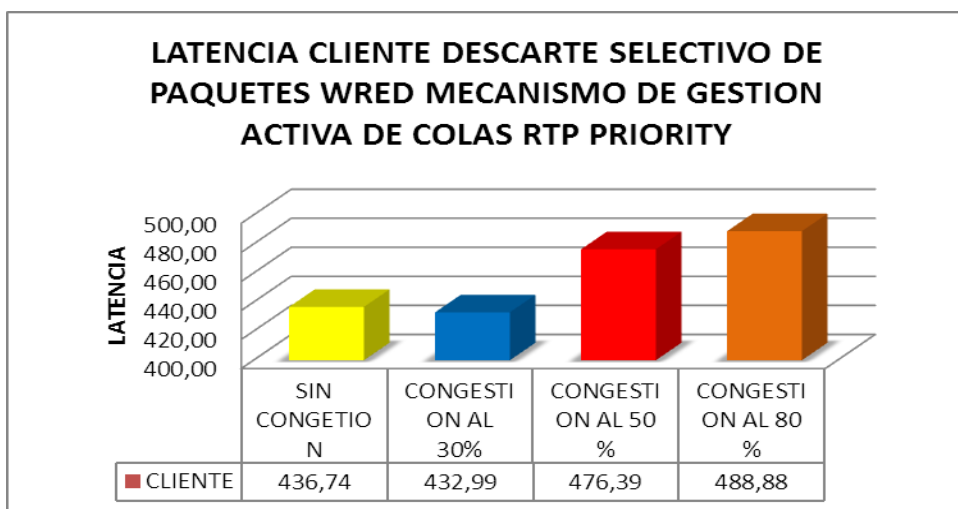


Gráfico 56. Latencia cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

- **Interpretación:** Como podemos observar el mejor mecanismo de gestión activa de colas en las cuatro alternativas de red estudiadas es de acuerdo a los datos presentados en los Gráficos desde el 49-56; además observamos que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la Latencia el mejor mecanismo es CBWFQ, debido a que este marca a los paquetes de video con prioridad alta, y debido a esto dichos paquetes son los primeros en ser transmitidos y es recomendable para transmisión de videoconferencia.

4.2.3.2 Pérdida de paquetes

Una vez implementado en el escenario de pruebas las políticas para configurar el descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ+WRED, LLQ y RTP PRIORITY en la red con sus cuatro alternativas; sin congestión, congestión al 30%, congestión al 50% y congestión al 80 % en el caso de estudio tanto en el cliente como en el servidor empezamos medir el comportamiento de la latencia y se puede determinar que:

Que la latencia en el servidor siempre es menor con respecto al cliente; Que el comportamiento de la latencia tanto en el cliente como en el servidor con las 4 alternativas de red en los diferentes porcentajes de congestión es directamente proporcional a la pérdida de paquetes.

Como se muestra en Gráfico 57 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes sin mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 2.07 y 15.49 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y a mayor congestión mayor % de paquetes perdidos.

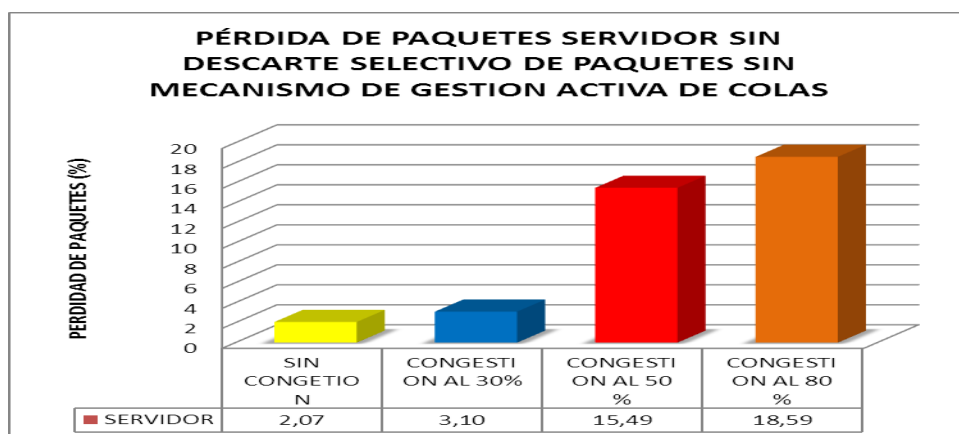


Gráfico 57. Pérdida de paquetes servidor de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 58 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes sin mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 2.16 y 16.23 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y a mayor congestión mayor % de paquetes perdidos.

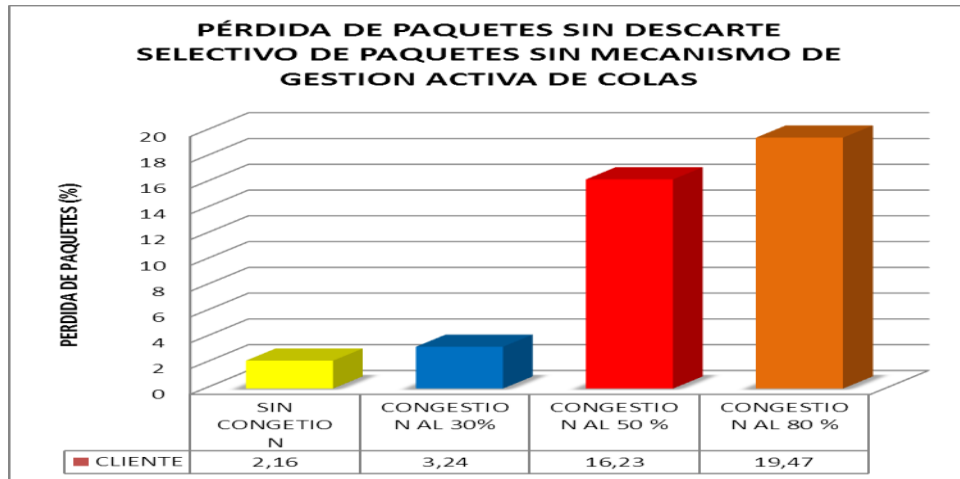


Gráfico 58. Pérdida de paquetes cliente de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 59 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 0.99 y 11.15 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión y a mayor congestión mayor % de paquetes perdidos.

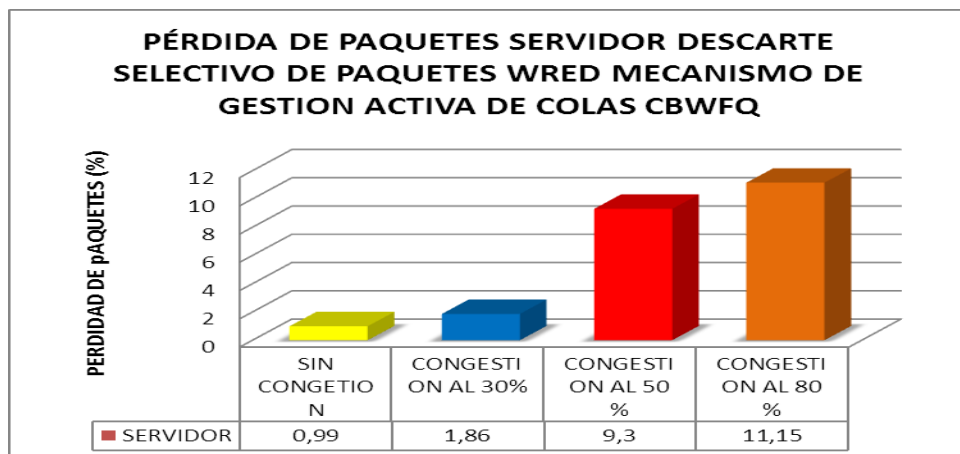


Gráfico 59. Pérdida de paquetes servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq

Como se muestra en Gráfico 60 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 0.73 y 7.20 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión y a mayor congestión mayor % de paquetes perdidos.

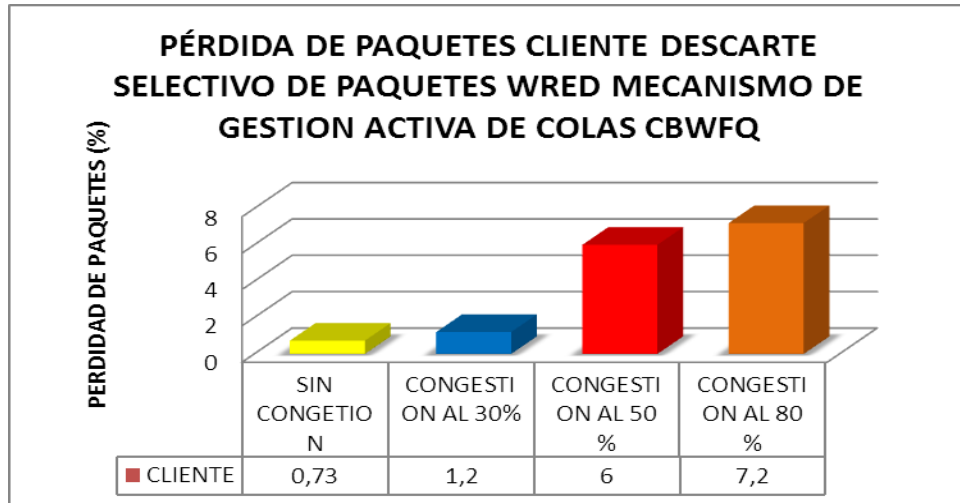


Gráfico 60. Pérdida de paquetes cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq

Como se muestra en Gráfico 61 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 8.26 y 13.94 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y además que también es menor en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

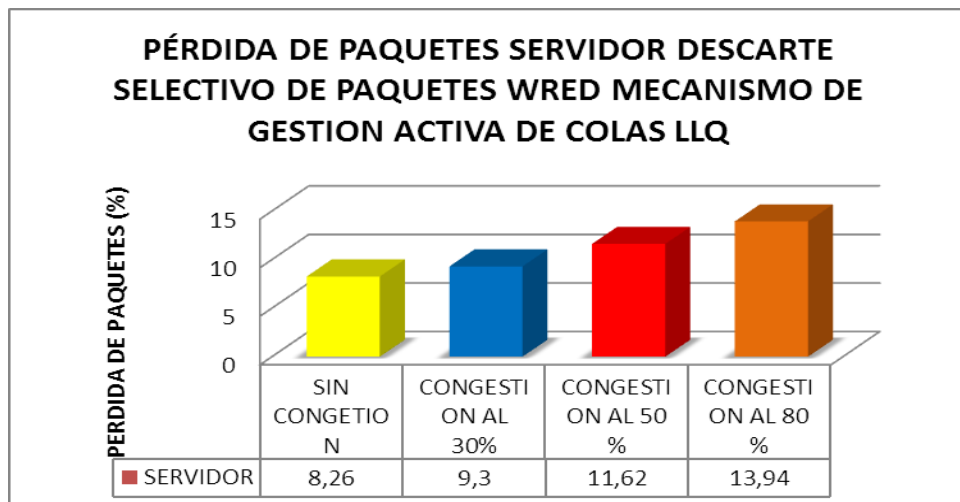


Gráfico 61. Pérdida de paquetes servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 62 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 8.65 y 14 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y además que también es menor en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

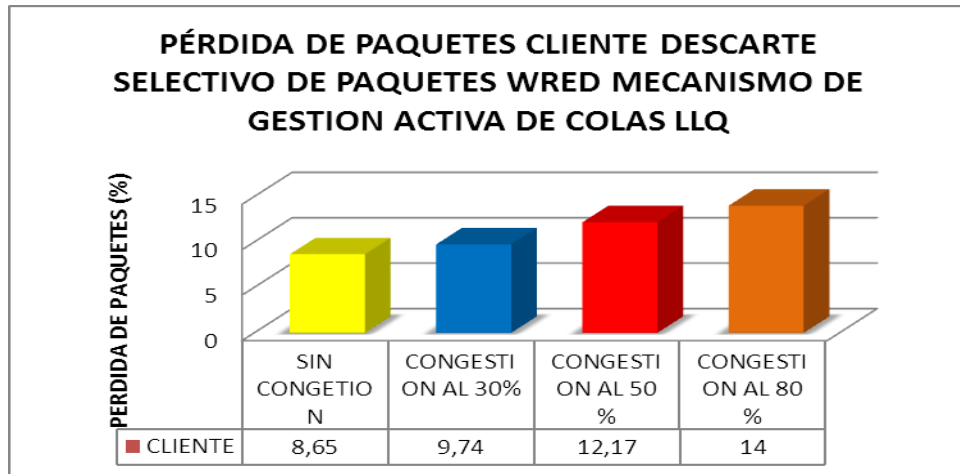


Gráfico 62. Pérdida de paquetes cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 63 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 0.66 y 5.21 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación LLQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

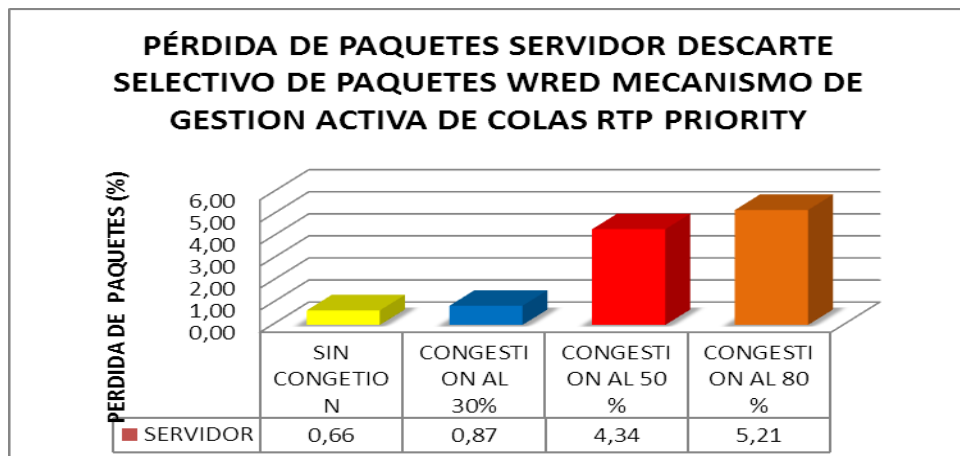


Gráfico 63. Pérdida de paquetes servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

Como se muestra en Gráfico 64 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 2.62 y 23.95 por ciento en relación a la pérdida de paquetes, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación LLQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

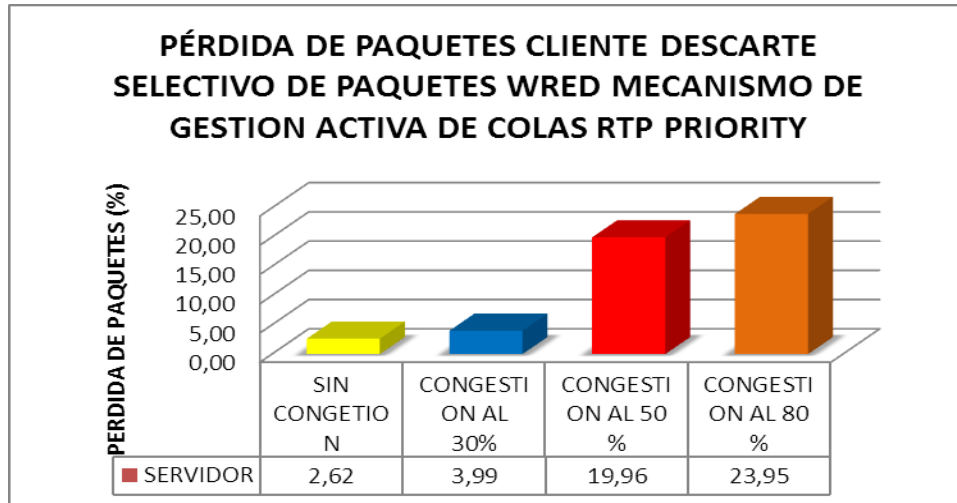


Gráfico 64. Pérdida de paquetes cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

- **Interpretación:** Como podemos observar el mejor mecanismo de gestión activa de colas en las cuatro alternativas de red estudiadas es de acuerdo a los datos presentados en los Gráficos desde el 57-64; con respecto a la pérdida de paquetes podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la pérdida de paquetes el mejor mecanismo es CBWQF+WRED, ya que cuando existe tráfico en la red los paquetes TCP siempre van a estar retrasado y los primeros en ser transmitidos son los paquetes UDP.

4.2.3.3. Jitter

Una vez implementado en el escenario de pruebas las políticas para configurar el mecanismo de gestión activa de colas CBWQF+WRED, LLQ y RTP PRIORITY en la red con sus cuatro alternativas; sin congestión, congestión al 30%, congestión al 50% y congestión al 80 % en el caso de estudio tanto en el cliente como en el servidor empezamos medir el comportamiento de la latencia y se puede determinar que:

Que el jitter en el servidor siempre es mayor con respecto al cliente

Que el comportamiento del jitter tanto en el cliente como en el servidor con las 4 alternativas de red en los diferentes porcentajes de congestión es directamente proporcional a la jitter.

Como se muestra en Gráfico 65 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 282.40 y 395.35 ms en relación al jitter, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia.

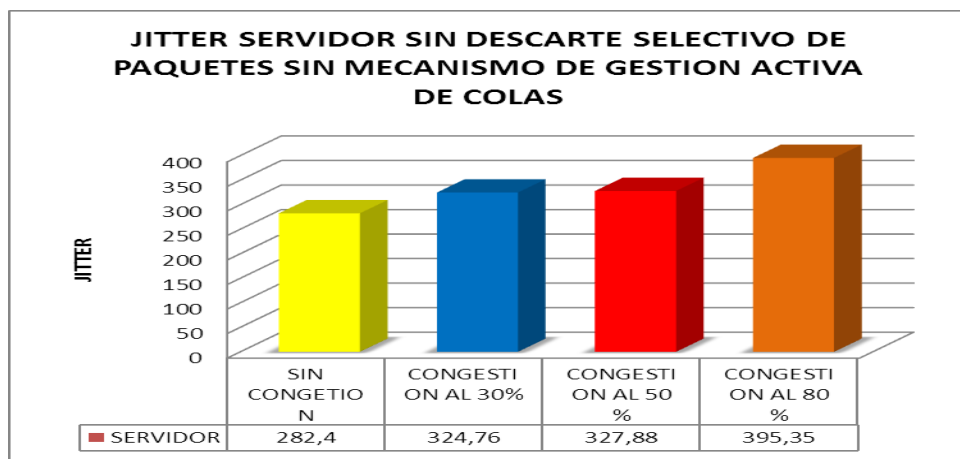


Gráfico 65. Jitter servidor de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 66 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 292.18 y 394.45 ms en relación al jitter, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia

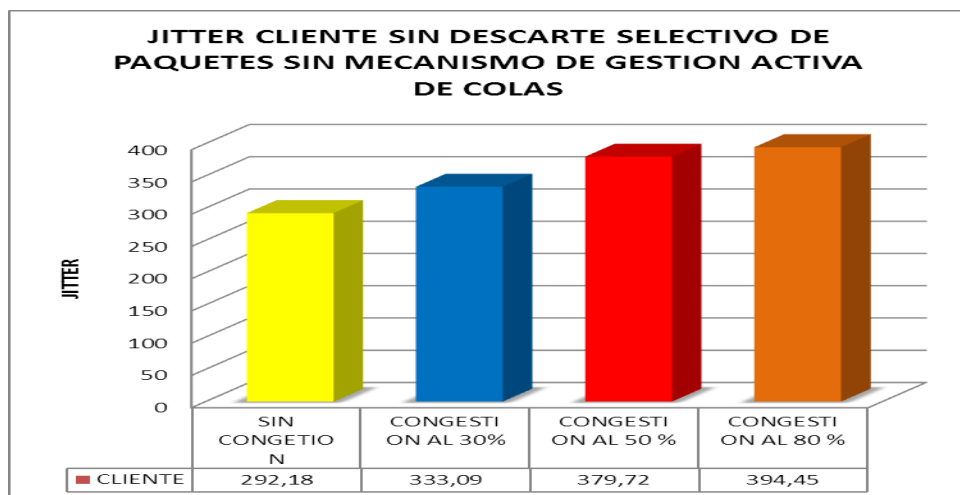


Gráfico 66. Jitter cliente de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 67 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 214.62 y 300.47 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

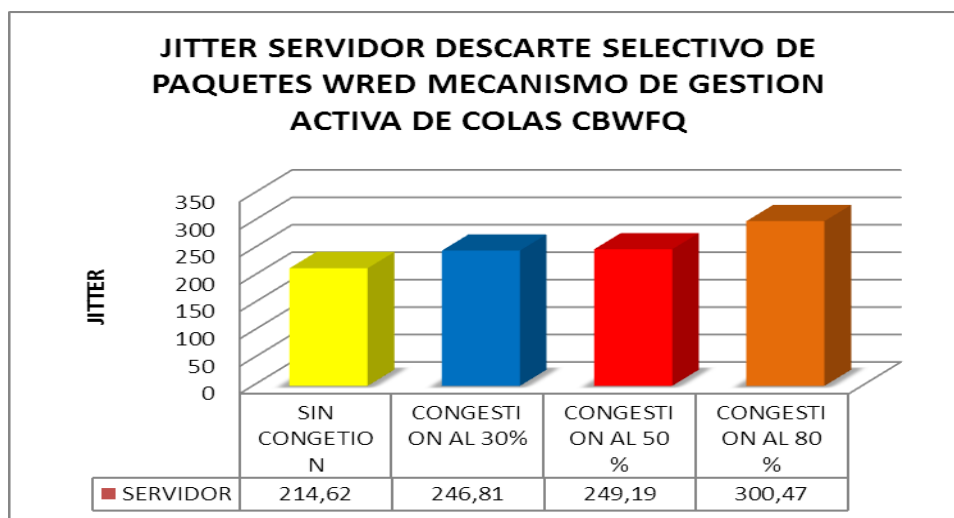


Gráfico 67. Jitter servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfg

Como se muestra en Gráfico 68 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 251.28 y 339.22 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

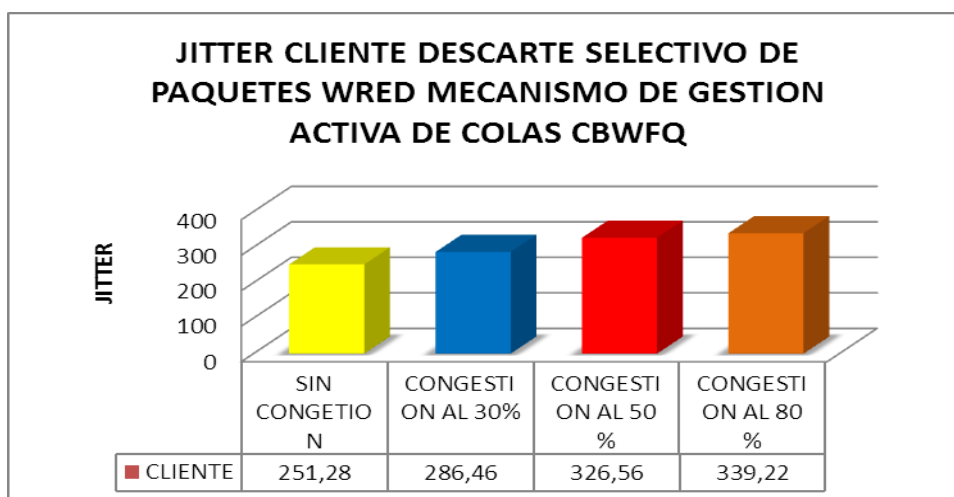


Gráfico 68. Jitter cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfg

Como se muestra en Gráfico 69 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 240.04 y 177.91 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es menor en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

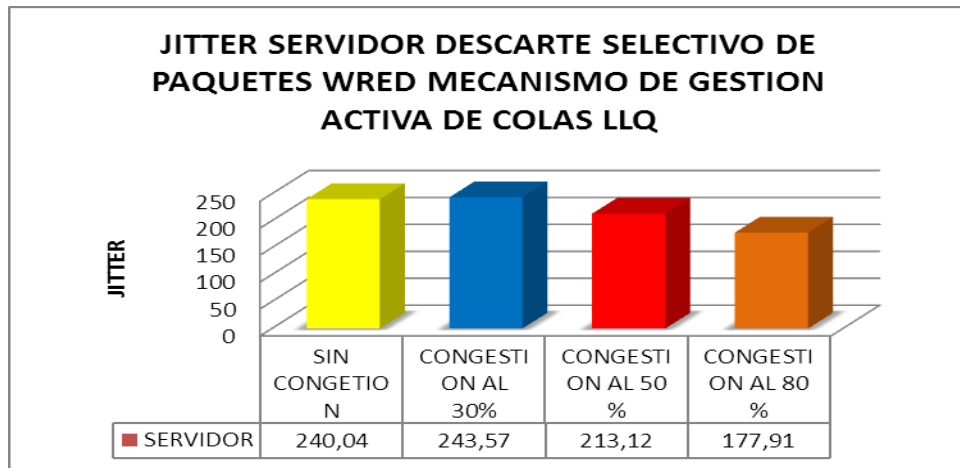


Gráfico 69. Jitter servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 70 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 177.50 y 250.62 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es menor en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

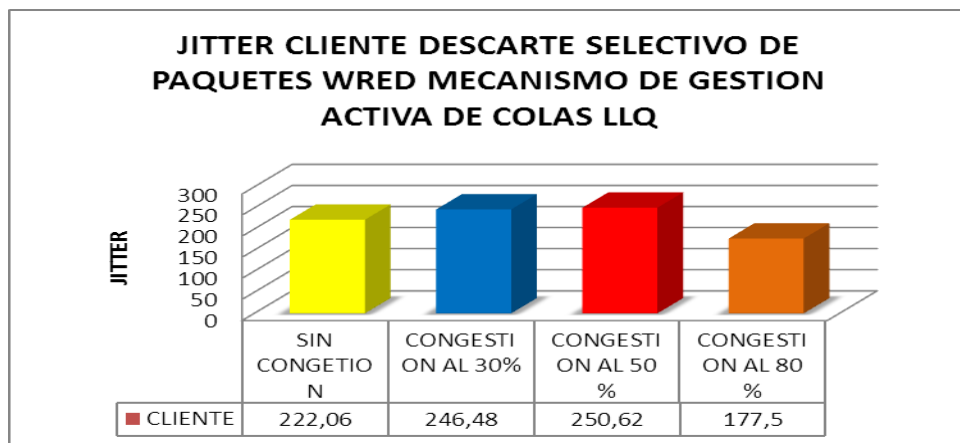


Gráfico 70. Jitter cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 71 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre

304.99 y 426.98 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación CBWFQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

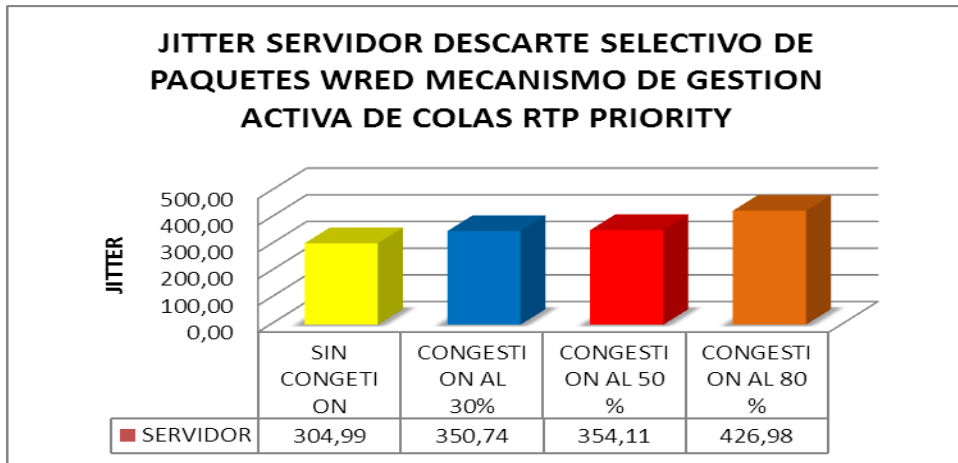


Gráfico 71. Jitter servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

Como se muestra en Gráfico 72 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 192.84 y 260.33 ms en relación a la latencia, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es superior en comparación CBWFQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

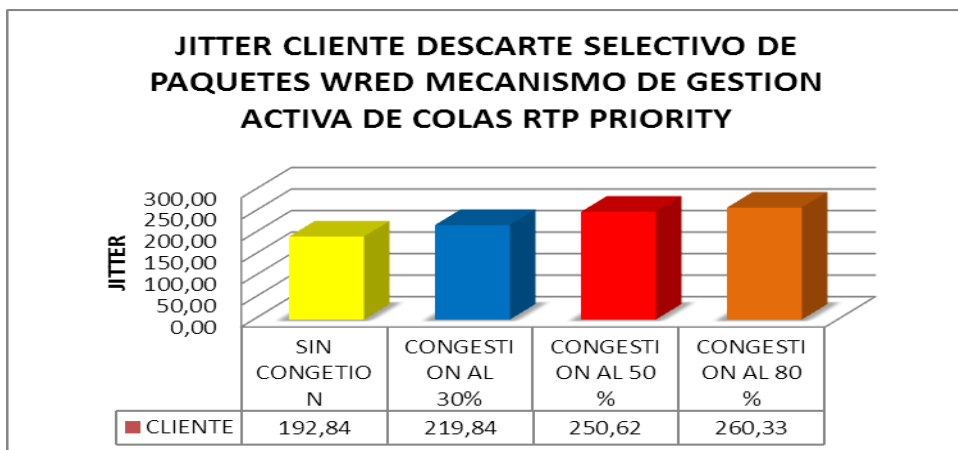


Gráfico 72. Jitter cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

Interpretación: Como podemos observar el mejor mecanismo de gestión activa de colas en las cuatro alternativas de red estudiadas es de acuerdo a los datos presentados en los Gráficos desde el 65-71; Podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de videoconferencia con respecto al Jitter el mejor mecanismo es LLQ, partiendo también de que existe

una diferencia no muy marcada con RTP Priority pero LLQ marca los paquetes con alta prioridad para que sean transmitidos primero y tomando como base los datos analizados.

4.2.3.4. Ancho de banda

Una vez implementado en el escenario de pruebas las políticas para configurar el mecanismo de gestión activa de colas CBWQF+WRED, LLQ y RTP PRIORITY en la red con sus cuatro alternativas; sin congestión, congestión al 30%, congestión al 50% y congestión al 80 % en el caso de estudio tanto en el cliente como en el servidor empezamos medir el comportamiento de la latencia y se puede determinar que:

Que el ancho de banda en el servidor siempre es menor con respecto al cliente

Que el comportamiento del ancho de banda tanto en el cliente como en el servidor con las 4 alternativas de red en los diferentes porcentajes de congestión es directamente proporcional.

Como se muestra en Gráfico 73 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 259.60 y 384.20 kbps en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia.

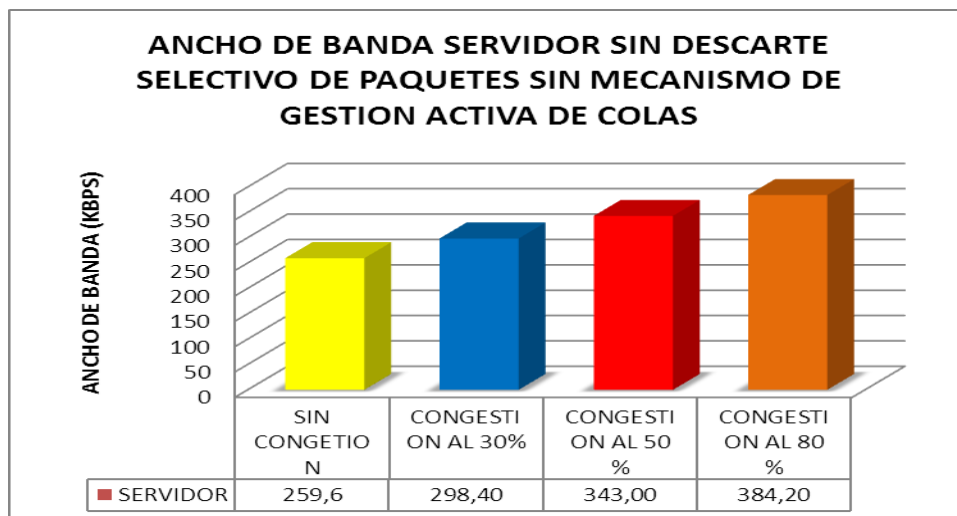


Gráfico 73. Ancho de banda servidor de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 74 podemos determinar que la red sin descarte selectivo de paquetes en un mecanismo de gestión activa de colas tiene valores entre 148.05 y 215.35 kbps

en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia.

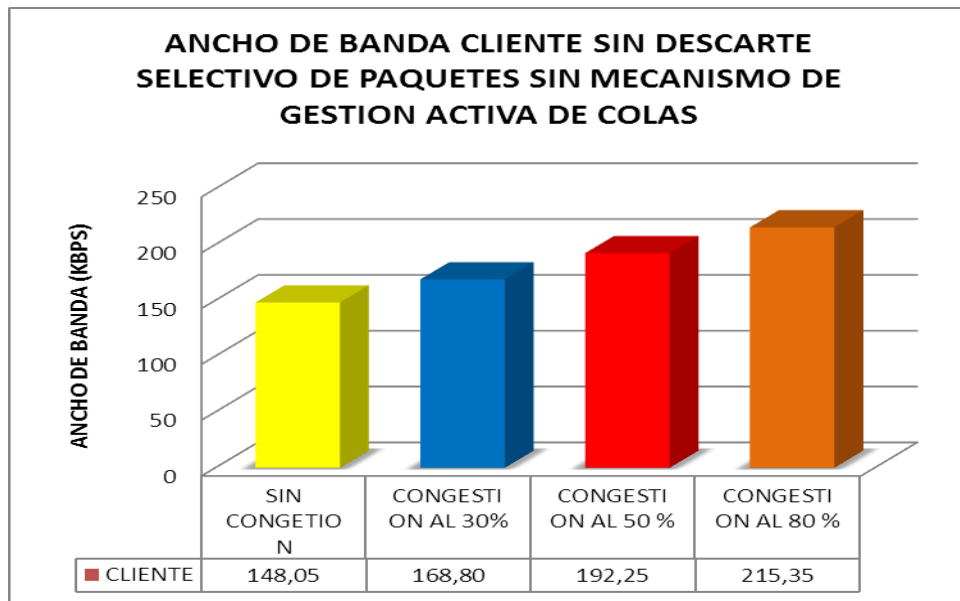


Gráfico 74. Ancho de banda cliente de la red sin congestión

Como se muestra en Gráfico 75 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 246.62 y 364.99 ms en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

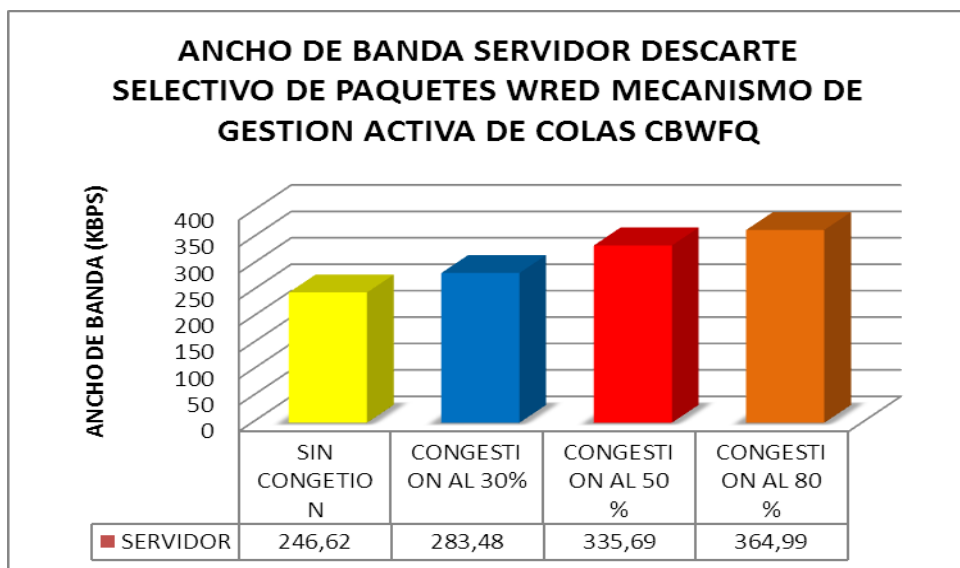


Gráfico 75. Ancho de banda servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq

Como se muestra en Gráfico 76 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas CBWFQ tiene valores entre 196.91 y 286.42 ms en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es menor que en el cliente de videoconferencia y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

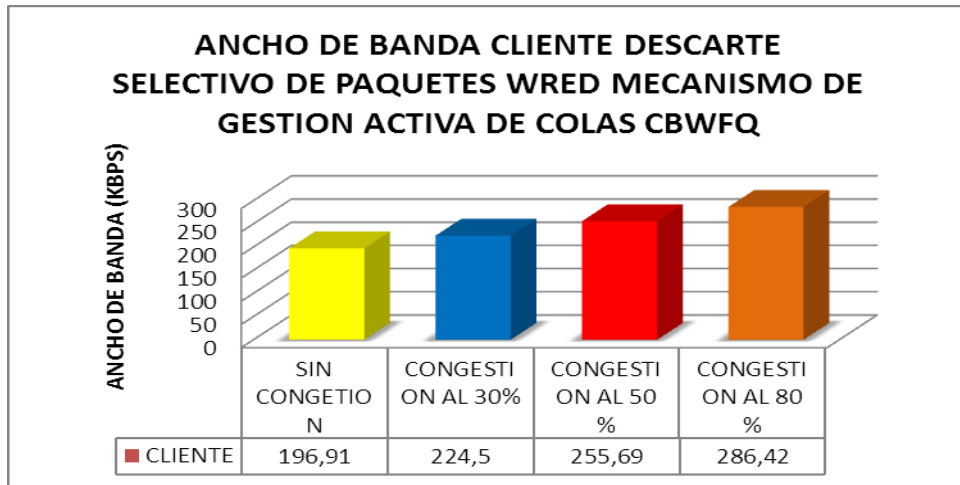


Gráfico 76. Ancho de banda cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas cbwfq

Como se muestra en Gráfico 77 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 168.74 y 283.48 kbps en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es mayor en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

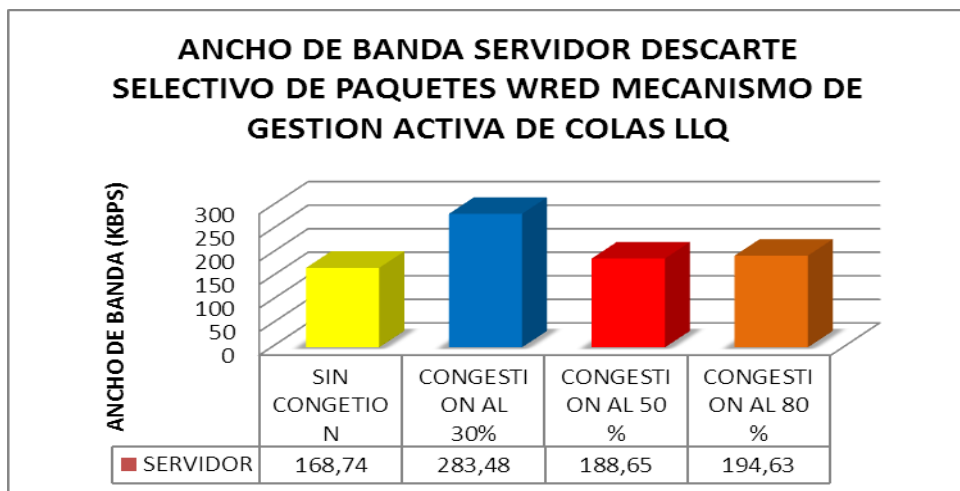


Gráfico 77. Ancho de banda servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 78 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas LLQ tiene valores entre 97.71 y 142.13 kbps en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es mayor en comparación CBWFQ y su funcionamiento es mejor cuando existe mayor congestión.

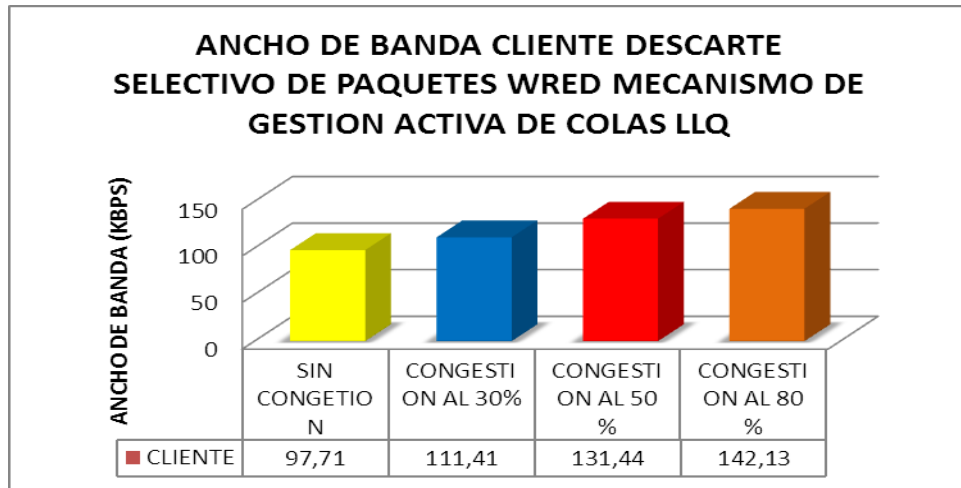


Gráfico 78. Ancho de banda cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas llq

Como se muestra en Gráfico 79 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 155.76 y 230.52 ms en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es mayor en comparación CBWFQ pero no en relación a LLQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

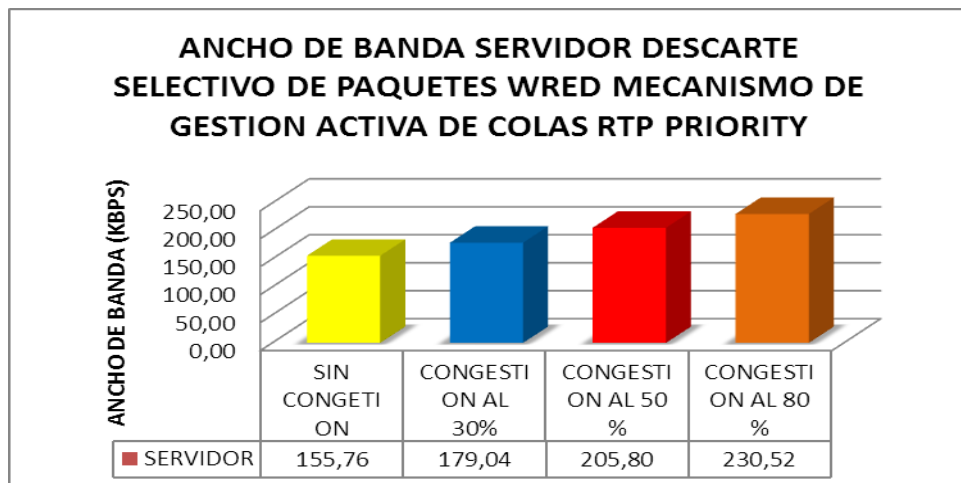


Gráfico 79. Ancho de banda servidor descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

Como se muestra en Gráfico 80 podemos determinar que la red con descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismo de gestión activa de colas RTP PRIORITY tiene valores entre 236.88 y 344.56 ms en relación al ancho de banda, se puede determinar que el comportamiento en el servidor es mayor que en el cliente de videoconferencia y además que también es mayor en comparación CBWFQ pero no en relación a LLQ y funciona de mejor manera cuando existe mayor congestión.

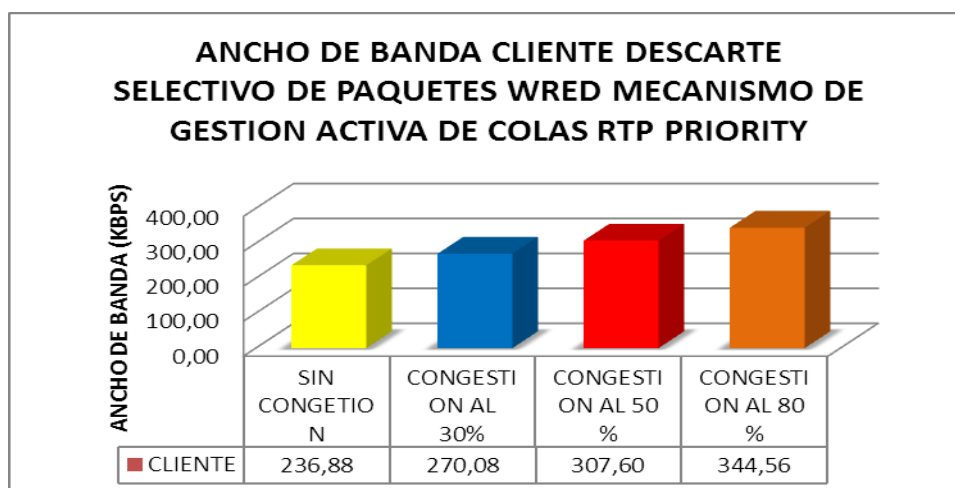


Gráfico 80. Ancho de banda cliente descarte de paquetes wred gestión activa de colas rtp priority

Interpretación: Como podemos observar el mejor mecanismo de gestión activa de colas en las cuatro alternativas de red estudiadas es de acuerdo a los datos presentados en los Gráficos desde el 72-79; Con respecto al ancho de banda podemos observar que tanto en el cliente como en el servidor Isabel de video conferencia con respecto a la ancho de banda el mejor mecanismo es CBWFQ+WRED, es el mejor debido a que reversa el ancho de banda para diferentes tipos de tráfico, pero hay denotar que siempre va a enviar los paquetes marcados con la mayor prioridad..

4.2.2. Análisis de información obtenida

Una vez que hemos determinado los parámetros procedemos a analizar los datos que nuestro mecanismo de gestión activa de colas. Para ello utilizamos el software Jperf que nos permite obtener datos del comportamiento de las alternativas de red, se determina que con la utilización del descarte selectivo de paquetes WRED en el mecanismo de gestión activa de colas LLQ la calidad de servicio mejora en un 17.02 % en un enlace WAN.

4.2.3. Demostración de la Hipotesis

4.2.3.1 Planteamiento de la hipótesis

Se establecerá la Hipótesis Nula H_0 que pretende negar la variable independiente; así también se plantea la Hipótesis alternativa H_1 con el fin de demostrar la validez de la hipótesis de esta investigación:

H_0 : El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes no permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

H_1 : El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

4.2.3.2. Nivel de significancia:

El nivel de significancia tomada para esta investigación es de 5% (o un nivel de confianza del 95%), es decir 0,05 en decimales. Con el fin de aceptar la hipótesis alternativa H_1 y rechazar la Hipótesis nula H_0 .

4.2.3.3. Alternativas para la prueba de chi cuadrado

ALTERNATIVA 1

Para esta alternativa se ha tomado en cuenta los escenarios 1, 2, 3 y 4 los mismos que contempla la red de datos, sin descarte selectivo de paquetes y sin mecanismo de gestión activa de colas con la red en sus 4 niveles de congestión (sin congestión, congestión al 30%, congestión al 50%, congestión al 80%)

ALTERNATIVA 2

Para esta alternativa se ha tomado en cuenta los escenarios 9, 10, 11 y 12 los mismos que contempla la red de datos con descarte selectivo de paquetes WRED, mecanismo de gestión

activa de colas LLQ con la red en sus 4 niveles de congestión (sin congestión, congestión al 30%, congestión al 50%, congestión al 80%)

4.2.3.4. Elección de prueba Estadística

Para demostrar la hipótesis se aplicará la prueba estadística chi cuadrado con una sola variable aplicando la bondad de ajuste, que se utiliza para la comparación de la distribución de una muestra con alguna distribución teórica que se supone describe a la población de la cual se extrajo a través de un ensayo a dos colas. Se utiliza esta prueba estadística Para determinar si la muestra se ajusta o no se ajusta a una distribución teórica.

4.2.3.5. Datos - Resultados totales de los dos escenarios

Tabla 24. Totales de Escenario 1 y 2

SIN DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES SIN MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAS DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	231,58	389,95	2,07	2,16	282,4	292,18	259,6	148,05
CONGESTION AL 30%	254,60	386,60	3,10	3,24	324,76	333,09	298,40	168,80
CONGESTION AL 50 %	252,40	425,35	15,49	16,23	327,88	379,72	343,00	192,25
CONGESTION AL 80 %	259,40	436,50	18,59	19,47	395,35	394,45	384,20	215,35
PROMEDIO	249,50	409,60	9,81	10,28	332,60	349,86	321,30	181,11
DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES WRED MECANISMO DE GESTION ACTIVA DE COLAS LLQ								
	LATENCIA (ms)		% DE PERDIDAS DE PAQUETES		JITTER (ms)		ANCHO DE BANDA (kps)	
	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE	SERVIDOR	CLIENTE
SIN CONGETION	115,79	214,47	8,26	8,65	240,04	222,06	168,74	97,71
CONGESTION AL 30%	236,78	378,87	9,3	9,74	243,57	246,48	283,48	111,41
CONGESTION AL 50 %	234,73	416,84	11,62	12,17	213,12	250,62	188,65	131,44
CONGESTION AL 80 %	241,24	427,77	13,94	14,6	177,91	177,5	194,63	142,13
PROMEDIO	207,135	359,488	10,78	11,29	218,66	224,165	208,875	120,673

Elaborado por: Germán Torres G.

4.3.2.5.1. Latencia

Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (Latencia)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SERVIDOR (latencia)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	131,34	143,16	274,50
CONGESTION AL 30%	128,83	158,91	287,74
CONGESTION AL 50 %	122,15	133,14	255,29
CONGESTION AL 80 %	139,22	151,75	290,97
TOTAL	521,54	586,96	1108,50

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (Latencia)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL CLIENTE (latencia)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	389,95	214,47	604,42
CONGESTION AL 30%	386,60	378,87	765,47
CONGESTION AL 50 %	425,35	416,84	842,19
CONGESTION AL 80 %	436,50	427,77	864,27
TOTAL	1638,40	1437,95	3076,35

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (Latencia)

FRECUENCIAS ESPERADA EN EL SERVIDOR (latencia)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	189,80	157,57
CONGESTION AL 30%	268,48	222,90
CONGESTION AL 50 %	266,16	220,97
CONGESTION AL 80 %	273,54	227,10

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (Latencia)

FRECUENCIAS ESPERADA EN EL CLIENTE (latencia)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	321,90	282,52
CONGESTION AL 30%	407,67	357,80
CONGESTION AL 50 %	448,53	393,66
CONGESTION AL 80 %	460,29	403,98

Elaborado por: Germán Torres G.

$$\chi^2 = \frac{\sum (f_o - f_e)}{f_e}$$

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (Latencia)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
115,79	157,57	-41,78	1745,80554	11,07935583
236,78	222,90	13,88	192,704904	0,864542292
234,73	220,97	13,76	189,329075	0,856807756
241,24	227,10	14,14	199,97717	0,88057393
214,47	282,52	-68,05	4630,59621	16,39041856
378,87	357,80	21,07	444,087967	1,241174345
416,84	393,66	23,18	537,445482	1,36526292
427,77	403,98	23,79	566,069686	1,401239654
			X² =	34,07937528

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (Latencia)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
131,34	129,15	2,1900406	4,79627781	0,037137277
128,83	135,38	-6,5492689	42,8929234	0,316835242
122,15	120,11	2,0381853	4,1541993	0,034586101
139,22	136,90	2,3210430	5,38724075	0,039351949
122,70	118,27	4,4279162	19,6064416	0,165774044
114,19	127,92	-13,7266875	188,42195	1,473005229
120,24	115,90	4,3387083	18,8243895	0,162417426
137,42	132,46	4,9600630	24,6022254	0,185733332
			X² =	2,4148406

Elaborado por: Germán Torres G.

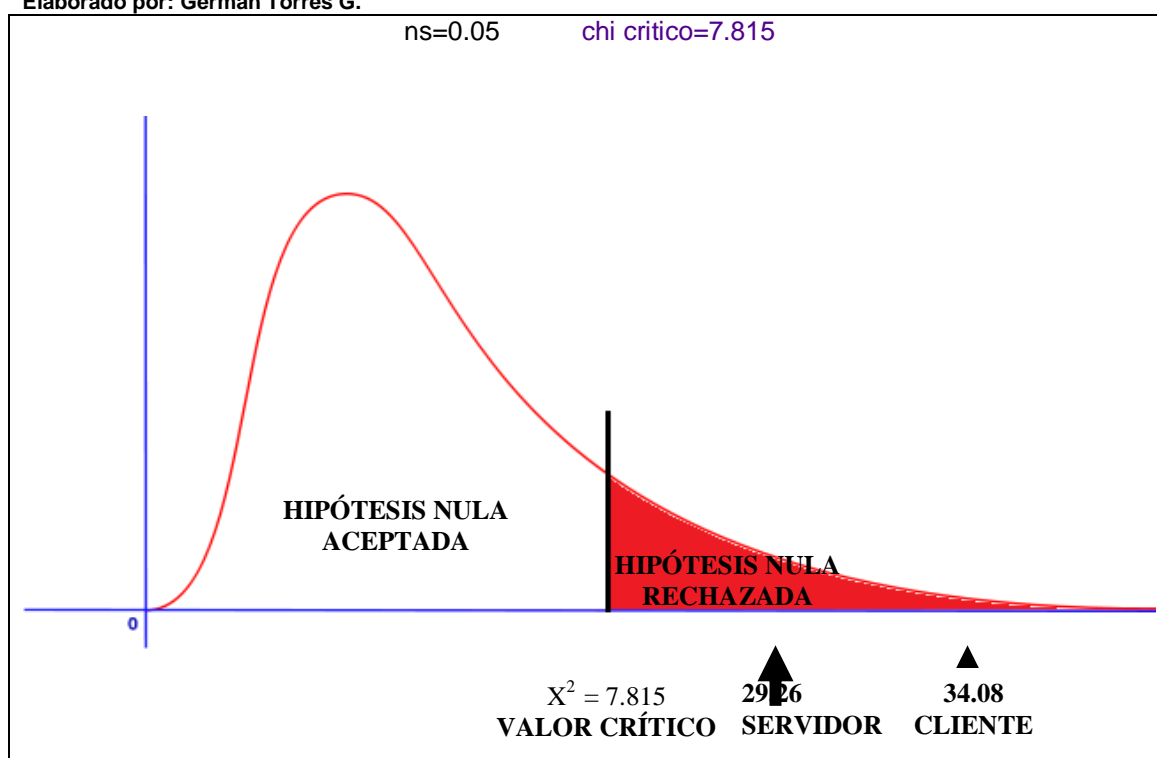


Gráfico 81. Análisis de hipótesis respecto a la latencia

Como podemos observar en el Gráfico 81 el valor del estadístico Chi Cuadrado calculado en el Servidor $X^2 = 29.26$ y en el cliente $X^2 = 34.08$ son mucho mayores que el nivel crítico $X^2_{\alpha} = 7.815$ es decir se rechaza la hipótesis nula con respecto a la latencia, por lo tanto en este caso se corrobora la hipótesis planteada en la investigación, es decir, El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

4.3.2.5.2. Porcentaje de pérdida de paquetes

Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (% de pérdida de paquetes)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SERVIDOR (% DE PERDIDA DE PAQUETES)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	0,46	1,55	2,01
CONGESTION AL 30%	0,34	0,93	1,27
CONGESTION AL 50 %	0,56	0,26	0,82
CONGESTION AL 80 %	0,57	0,43	1,00
TOTAL	1,93	0,79	5,10

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (% de pérdida de paquetes)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL CLIENTE (% DE PERDIDA DE PAQUETES)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	2,16	8,65	10,81
CONGESTION AL 30%	3,24	9,74	12,98
CONGESTION AL 50 %	16,23	12,17	28,40
CONGESTION AL 80 %	19,47	14,00	33,47
TOTAL	41,10	44,56	85,66

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (% de pérdida de paquetes)

FRECUENCIAS ESPERADAS EN EL SERVIDOR (% DE PERDIDA DE PAQUETES)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	4,92	5,41
CONGESTION AL 30%	5,91	6,49
CONGESTION AL 50 %	12,92	14,19
CONGESTION AL 80 %	15,50	17,03

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (% de pérdida de paquetes)

FRECUENCIAS ESPERADAS EN EL CLIENTE (% DE PERDIDA DE PAQUETES)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	5,19	5,62
CONGESTION AL 30%	6,23	6,75
CONGESTION AL 50 %	13,63	14,77
CONGESTION AL 80 %	16,06	17,41

Elaborado por: Germán Torres G.

$$\chi^2 = \frac{\sum (f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (% de pérdida de paquetes)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
2,0700	4,9223	-2,852332	8,13579875	1,652834162
3,1000	5,9087	-2,808705	7,88882167	1,335118638
15,4900	12,9181	2,571856	6,61444461	0,512027482
18,5900	15,5008	3,089181	9,54303633	0,615647214
2,1600	5,1867	-3,026680	9,1607912	1,766214878
3,2400	6,2279	-2,987854	8,92727336	1,433442872
16,2300	13,6264	2,603570	6,77857637	0,497457979
19,4700	16,0590	3,410964	11,6346773	0,724494142
			X² =	8,537237367

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (% de pérdida de paquetes)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
8,26	5,41	2,85	8,13579875	1,504493062
9,30	6,49	2,81	7,88882167	1,21529236
11,62	14,19	-2,57	6,61444461	0,466073253
13,94	17,03	-3,09	9,54303633	0,560393162
8,65	5,62	3,03	9,1607912	1,629071622
9,74	6,75	2,99	8,92727336	1,322138735
12,17	14,77	-2,60	6,77857637	0,458831305
14,00	17,41	-3,41	11,6346773	0,668238537
			X² =	7,824532037

Elaborado por: Germán Torres G.

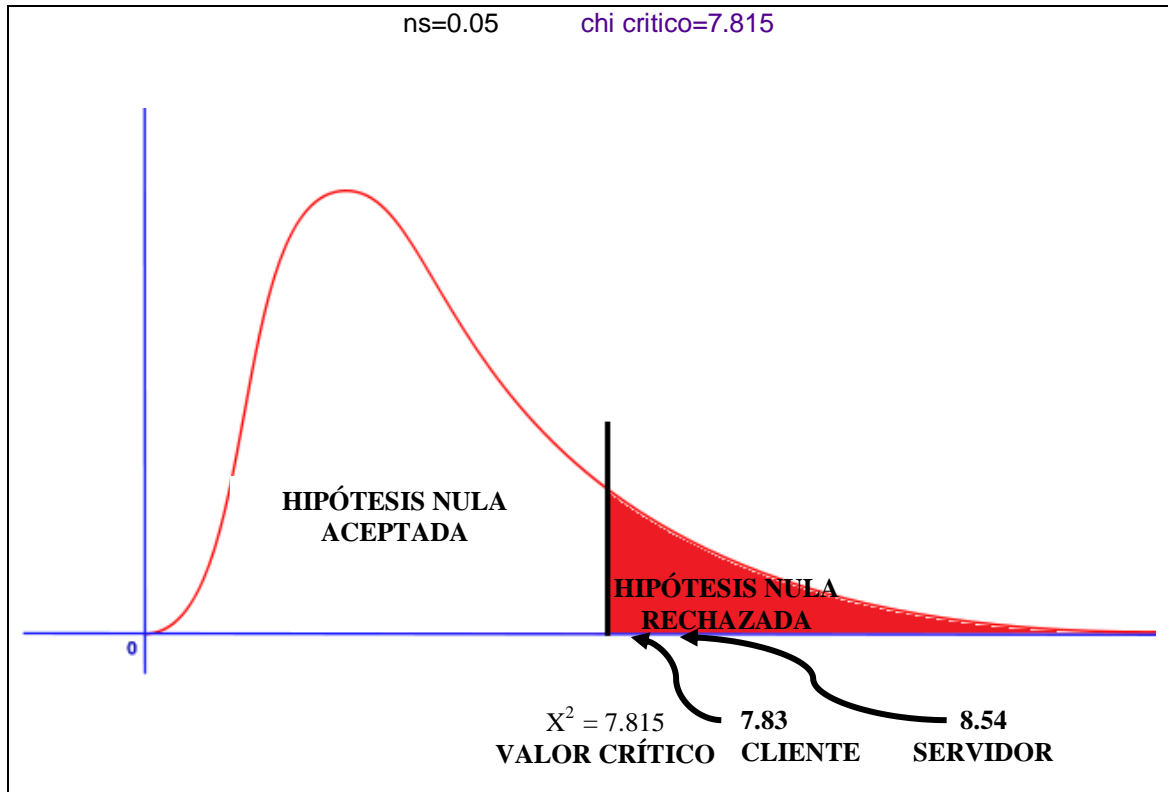


Gráfico 82. Análisis de hipótesis respecto a la pérdida de paquetes

Como podemos observar en el Gráfico 82 el valor del estadístico Chi Cuadrado calculado en el Servidor $X^2 = 8.54$ y en el cliente $X^2 = 7.83$ son mucho mayores que el nivel crítico $X^2_{\alpha} = 7.815$ es decir se rechaza la hipótesis nula con respecto a la pérdida de paquetes, por lo tanto en este caso se corrobora la hipótesis planteada en la investigación, es decir, El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

4.3.2.5.3. Jitter

Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (Jitter)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SERVIDOR (JITTER)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	59,74	65,12	124,86
CONGESTION AL 30%	45,41	49,49	94,90
CONGESTION AL 50 %	32,86	35,82	68,68
CONGESTION AL 80 %	64,52	70,33	134,85
TOTAL	202,53	220,76	423,29

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (Jitter)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL CLIENTE (JITTER)			TOTAL
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	
SIN CONGETION	292,18	222,06	514,24
CONGESTION AL 30%	333,09	246,48	579,57
CONGESTION AL 50 %	379,72	250,62	630,34
CONGESTION AL 80 %	394,45	177,50	571,95
TOTAL	1399,44	896,66	2296,10

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (Jitter)

FRECUENCIAS ESPERADAS EN EL SERVIDOR (JITTER)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	315,21	207,23
CONGESTION AL 30%	342,90	225,43
CONGESTION AL 50 %	326,41	214,59
CONGESTION AL 80 %	345,87	227,39

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (Jitter)

FRECUENCIAS ESPERADAS EN EL CLIENTE (JITTER)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	313,42	200,82
CONGESTION AL 30%	353,24	226,33
CONGESTION AL 50 %	384,18	246,16
CONGESTION AL 80 %	348,60	223,35

Elaborado por: Germán Torres G.

$$\chi^2 = \frac{\sum (f_o - f_e)}{f_e}$$

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (Jitter)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
282,40	315,21	-32,810655	1076,53911	3,415300507
324,76	342,90	-18,138078	328,98987	0,959439236
327,88	326,41	1,471294	2,16470469	0,006631884
395,35	345,87	49,477440	2448,01705	7,077800704
292,18	313,42	-21,241900	451,218334	1,43965158
333,09	353,24	-20,149598	406,006297	1,149379342
379,72	384,18	-4,463184	19,9200146	0,051850303
394,45	348,60	45,854683	2102,65193	6,031784776

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
			X ² =	20,13183833

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (Jitter)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
240,04000	207,22934	32,810655	1076,53911	5,194916356
243,57000	225,43192	18,138078	328,98987	1,459375703
213,12000	214,59129	-1,471294	2,16470469	0,01008757
177,91000	227,38744	-49,477440	2448,01705	10,76584112
222,06000	200,81810	21,241900	451,218334	2,246900729
246,48000	226,33040	20,149598	406,006297	1,793865486
250,62000	246,15682	4,463184	19,9200146	0,080924083
177,50000	223,35468	-45,854683	2102,65193	9,413959457
			X ² =	30,9658705

Elaborado por: Germán Torres G.

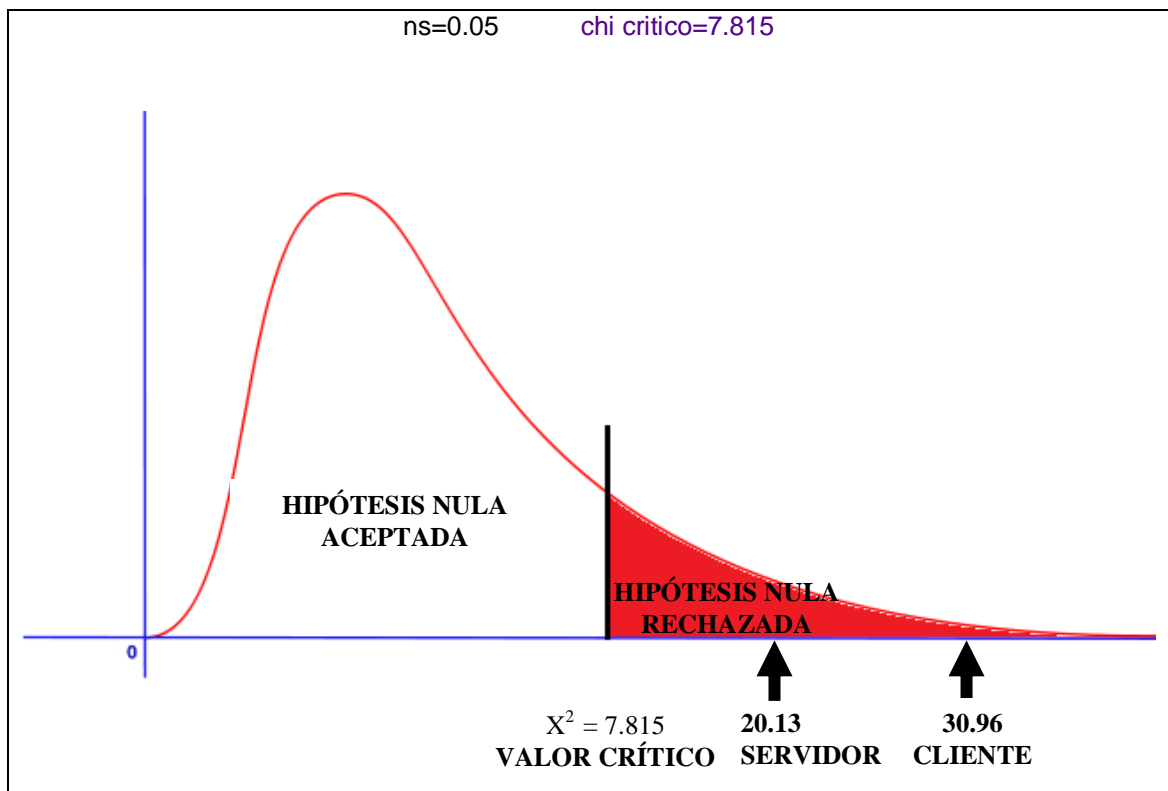


Gráfico 83. Análisis de hipótesis respecto a la latencia

Como podemos observar en el Gráfico 83 el valor del estadístico Chi Cuadrado calculado en el Servidor $X^2 = 20.13$ y en el cliente $X^2 = 30.96$ son mucho mayores que el nivel crítico $X^2_{\alpha} = 7.815$ es decir se rechaza la hipótesis nula con respecto al Jitter, por lo tanto en este caso se

corroborar la hipótesis planteada en la investigación, es decir, El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

4.3.2.5.3. Ancho de banda

Tabla 25. Frecuencias observadas en el servidor (Ancho de banda)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL SERVIDOR (JITTER)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	259,60	168,74	428,34
CONGESTION AL 30%	298,40	283,48	581,88
CONGESTION AL 50 %	343,00	188,65	531,65
CONGESTION AL 80 %	384,20	194,63	578,83
TOTAL	1285,20	835,50	2120,70

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 26. Frecuencias observadas en el cliente (Ancho de banda)

FRECUENCIAS OBSERVADAS EN EL CLIENTE (JITTER)			
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO	TOTAL
SIN CONGETION	148,05	97,71	245,76
CONGESTION AL 30%	168,80	111,41	280,21
CONGESTION AL 50 %	192,25	131,44	323,69
CONGESTION AL 80 %	215,35	142,13	357,48
TOTAL	724,45	482,69	1207,14

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 27. Frecuencias esperadas en el servidor (Ancho de banda)

FRECUENCIAS ESPERADAS EN EL SERVIDOR (JITTER)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	259,59	168,75
CONGESTION AL 30%	352,63	229,25
CONGESTION AL 50 %	322,19	209,46
CONGESTION AL 80 %	350,79	228,04

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 28. Frecuencias esperadas en el cliente (Ancho de banda)

FRECUENCIAS ESPERADAS EN EL CLIENTE (JITTER)		
PARAMETRO	SIN TECNICA DE ENCOLAMIENTO	CON TECNICA DE ENCOLAMIENTO
SIN CONGETION	147,49	98,27
CONGESTION AL 30%	168,16	112,05
CONGESTION AL 50 %	194,26	129,43
CONGESTION AL 80 %	214,54	142,94

Elaborado por: Germán Torres G.

$$\chi^2 = \frac{\sum (f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el servidor (Ancho de banda)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
259,60	259,59	0,014689	0,00021578	8,31253E-07
298,40	352,63	-54,234590	2941,3908	8,341186266
343,00	322,19	20,806111	432,894263	1,343583097
384,20	350,79	33,413790	1116,48135	3,182797144
148,05	147,49	0,560204	0,31382884	0,0021278
168,80	168,16	0,635467	0,40381817	0,002401328
192,25	194,26	-2,008512	4,03412153	0,020766768
215,35	214,54	0,812841	0,66071065	0,003079703
			X ² =	12,89594294

Elaborado por: Germán Torres G.

Tabla 29. Resultado prueba de chi cuadrado en el cliente (Ancho de banda)

Fo	Fe	Fo - Fe	(Fo - Fe) ²	(Fo - Fe) ² / Fe
168,74000	168,75469	-0,014689	0,00021578	1,27867E-06
283,48000	229,24541	54,234590	2941,3908	12,83075115
188,65000	209,45611	-20,806111	432,894263	2,066754034
194,63000	228,04379	-33,413790	1116,48135	4,895907707
97,71000	98,27020	-0,560204	0,31382884	0,00319353
111,41000	112,04547	-0,635467	0,40381817	0,003604056
131,44000	129,43149	2,008512	4,03412153	0,031168007
142,13000	142,94284	-0,812841	0,66071065	0,004622202
			X ² =	19,83600197

Elaborado por: Germán Torres G.

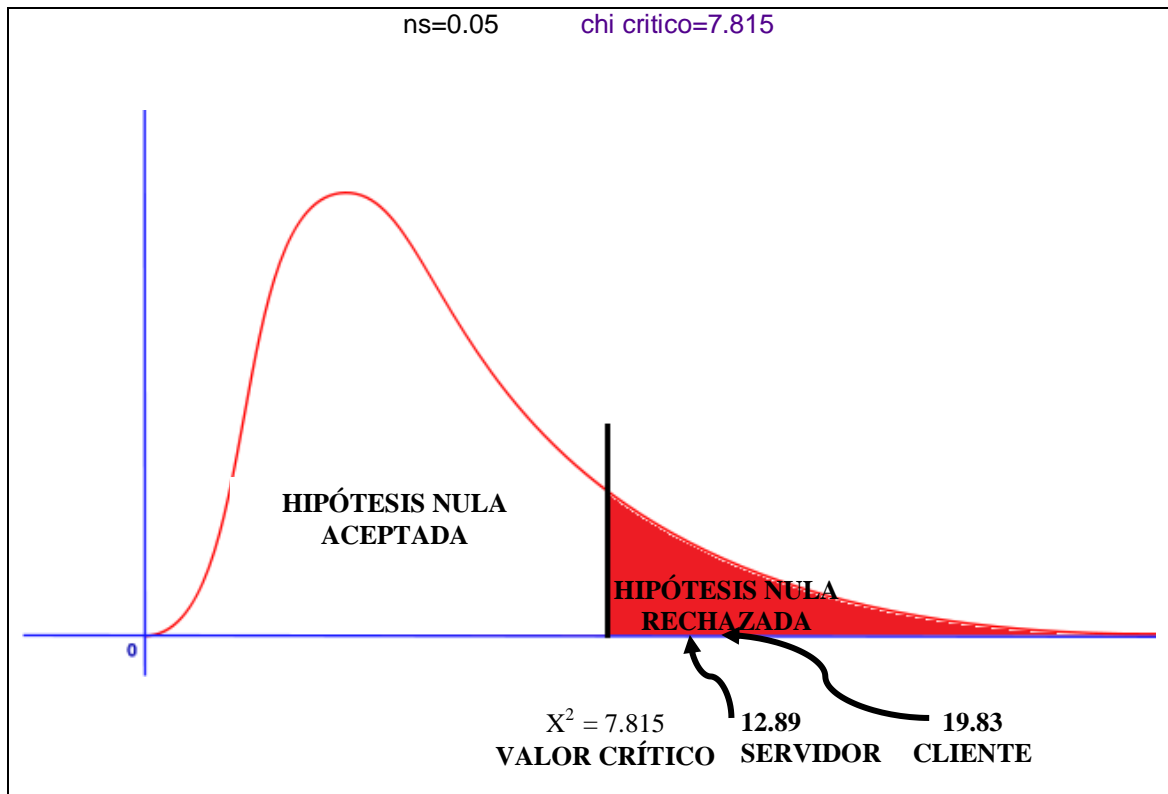


Gráfico 84. Análisis de hipótesis respecto a la latencia

Como podemos observar en el Gráfico 84 el valor del estadístico Chi Cuadrado calculado en el Servidor $X^2 = 12.89$ y en el cliente $X^2 = 19.83$ son mucho mayores que el nivel crítico $X^2_{\alpha} = 7.815$ es decir se rechaza la hipótesis nula con respecto al Ancho de banda, por lo tanto en este caso se corrobora la hipótesis planteada en la investigación, es decir, El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real.

4.2.3.6. Conclusión de la hipótesis

Como podemos observar después de realizar la prueba chi cuadrado con la bondad de ajuste, hemos podido determinar que existen diferencias significativas del comportamiento de la red cuando se encuentra sin congestión sin descarte selectivo de paquetes en mecanismo de gestión activa de colas, probada cuando la red está congestionada con el descarte selectivo de paquetes WRED en mecanismos de gestión activa de colas escogida LLQ; para la demostración de la hipótesis hemos trabajado con un nivel de significancia de 0,05 con tres

grados de libertad el mismo que no da un valor equivalente al $\pm 7,815$ de la tabla de distribución de chi cuadrado (Ver anexo 2), se rechaza la hipótesis nula ya que la solución chi cuadrado para latencia en el servidor es $=29.26$ y en el cliente es de 34.08 se encuentra en el intervalo de la región de rechazo de H_0 ; la solución chi cuadrado para el porcentaje de pérdida de paquetes en el servidor es $=8.54$ y en el cliente es de 7.83 se encuentra en el intervalo de la región de rechazo de H_0 ; la solución chi cuadrado para el jitter en el servidor es $=20.13$ y en el cliente es de 30.97 se encuentra en el intervalo de la región de rechazo de H_1 ; la solución chi cuadrado para el ancho de banda en el servidor es $=12.89$ y en el cliente es de 19.84 se encuentra en el intervalo de la región de rechazo de H_0 en consecuencia acepta la hipótesis alternativa H_1 . Por tanto se comprueba la hipótesis al demostrar que el escenario 2, El análisis de los mecanismos de gestión activa de colas para descarte selectivo de paquetes permitirá proveer de una adecuada calidad de servicio en la transmisión del tráfico de Video en tiempo real se debe tomar en cuenta que la hipótesis se cumple para cuando la red está en sus 4 alternativas de congestión.

CONCLUSIONES

- En el proceso de análisis para seleccionar el mecanismo de gestión activa de colas para la transmisión de video en tiempo real, se estableció parámetros de QoS (Latencia, pérdida de paquetes, jitter, ancho de banda), los mismos que ayudaron a escoger la mejor solución que se adapta al escenario de pruebas para la investigación.
- La implementación de los mecanismos de gestión activa de colas permite mejora la QoS de la red priorizando el tráfico que está circulando por nuestra red, los datos que están marcados con prioridad alta viajan primero.
- Es necesario aplicar el mecanismo de gestión activa de colas para garantizar la QoS de los servicios convergentes de la red ya que se puede determinar que La latencia se reduce de 111.23 ms a 109.69 ms la misma que se reduce en 1.54 % la pérdida de paquetes se reduce de 210.89 % a 153.39 %, la misma que se reduce en un 57.5%, el Jitter se reduce de 139.35 a 132.32 con una diferencia del 7.03 % y el ancho de banda utilizado se reduce y se optimiza de 181.78 a 179.78; con esto se ratifica que con la aplicación del descarte selectivo de paquetes WRED en el mecanismo de gestión activa de colas LLQ en los diferentes tipos de tráfico de una red que circulan a través de un mismo medio físico, estos al ser identificados son marcados con diferentes tipos de prioridad de acuerdo a su importancia lo que permite que la congestión que exista en la red no afecte a la comunicación de video en tiempo real.
- Con los resultados obtenidos durante el estudio ratificamos lo anteriormente expuesto debido a que podemos determinar que mediante la aplicación del descarte selectivo de paquetes en el mecanismo de gestión activa de colas para el tráfico de video en tiempo real LLQ se puede mejorar los tiempos en cuanto al latencia, Jitter y ancho de banda, asegurando que el tráfico de video siempre se transmita primero por nuestra red obteniendo una mejora en la QoS del 90 %.

- El comportamiento del mecanismo de gestión activa de colas en relación a las cuatro alternativas de red en sus diferentes niveles de congestión podemos establecer que su comportamiento es directamente proporcional a los parámetros de QoS.
- Finalmente nos permitimos proponer una guía para la implementación de un mecanismo de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes para el tráfico de video en tiempo real para ser implementado en un escenario de características similares al investigado

RECOMENDACIONES

- Antes de elegir el mecanismo de gestión activa de colas para el tráfico de video en tiempo real a aplicar a nuestra red debemos tomar en cuenta cuales son los parámetros de Qos que queremos mejorar de acuerdo al tipo de tráfico por lo que se recomienda cuando se quiera mejorar el uso de ancho de banda o la falta del mismo se debe utilizar CBWFQ y LLQ, además para prevenir la perdida de paquetes se debe utilizar LLQ como también para el retardo y para trafico priorizado
- Se recomienda utilizar el modelo referencial como una guía de aprendizaje e investigación para la implementación de un mecanismo de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes para la transmisión de video en tiempo real.
- Se debe determinar cuál es tipo de tráfico al que queremos mejorar la QoS para determinar la aplicación del descarte selectivo de paquetes en mecanismo de gestión activa de colas, conociendo además que es lo que queremos mejorar dentro de los parámetros de QoS.
- Con la investigación realizada me permito recomendar a los administradores de red el uso los mecanismos de gestión activa de colas priorizando el tráfico que viaja a través de la red y dependiendo su tipo.
- Antes de implementar el mecanismo de gestión activa de colas, se recomienda al administrador de red realizar un análisis de red actual o de la red a ser implementada se debe tomar en cuenta aspectos fundamentales de redes de datos como escalabilidad, equipamiento, medios físicos y el más fundamental el tráfico que va a circular a través de nuestra red.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acl

Access Control List. Lista de Control de Acceso. Un ACL es una lista que especifica los permisos de los usuarios sobre un archivo, carpeta u otro objeto.

Algoritmo

Palabra que viene del nombre del matemático árabe Al-Khwarizmi (780 - 850 aprox.). Define el conjunto de instrucciones que sirven para ejecutar una tarea o resolver un problema. Los motores de búsqueda usan algoritmos para mostrar los resultados de búsquedas.

Ancho de Banda

Bandwidth en inglés. Cantidad de bits que pueden viajar por un medio físico (cable coaxial, par trenzado, fibra óptica, etc.) de forma que mientras mayor sea el ancho de banda más rápido se obtendrá la información.

Buffer

El buffer contiene data que es almacenada por un corto periodo de tiempo, generalmente en el RAM de la computadora. El propósito del buffer es guardar data un poco antes que sea usada.

CODEC

Corto para comprimir/descomprimir, un codec es cualquier tecnología para comprimir y descomprimir data. Codecs pueden ser implementados en software, hardware o en la combinación de ambos.

DHCP

Siglas del inglés "Dynamic Host Configuration Protocol." Protocolo Dinámico de Configuración del Host. Un servidor de red usa este protocolo para asignar de forma dinámica las direcciones IP a las diferentes computadoras de la red.

DNS

Servidor de Nombres de Dominio. Servidor automatizado utilizado en el internet cuya tarea es convertir nombres fáciles de entender (como www.panamacom.com) a direcciones numéricas de IP.

Congestión

Situación que se produce cuando el tráfico existente sobrepasa la capacidad de una ruta de comunicación de datos.

Ethernet

Tipo de red de área local desarrollada en forma conjunta por Xerox, Intel y Digital Equipment. Se apoya en la topología de bus; tiene ancho de banda de 10 Mbps, por lo tanto tiene una elevada velocidad de transmisión y se ha convertido en un estándar de red.

Espoch

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

IP

Internet Protocol, Protocolo de Internet. Conjunto de reglas que regulan la transmisión de paquetes de datos a través de Internet. El IP es la dirección numérica de una computadora en Internet de forma que cada dirección electrónica se asigna a una computadora conectada a Internet y por lo tanto es única. La dirección IP esta compuesta de cuatro octetos como por ejemplo, 132.248.53.10

IEEE

Siglas en ingles para Institute of Electrical and Electronics Engineers, organización profesional internacional sin fines de lucro, para el avance de la tecnología relacionada a la electricidad.

Jitter.

Variación del retardo

Kilobit

Su abreviatura es Kb. Aproximadamente mil bits (exactamente 1024). Se usa generalmente para referirse a velocidades de transmisión de datos.

Latencia

Es el tiempo que toma un paquete de data para moverse a través de una conexión de red.

Llq

Encolamiento de baja latencia

Paquete

Un paquete es un pedazo de información enviada a través de la red. La unidad de datos que se envía a través de una red la cual se compone de un conjunto de bits que viajan juntos.

QoS

Quality of Service – Calidad de Servicio

RED.

Es un algoritmo de gestión de cola activo

RFC

En inglés es Requests for Comments. Serie de documentos iniciada en 1967 la cual describe el conjunto de protocolos de Internet y experimentos similares.

WFQ

(Weighted Fair Queueing), es un método automatizado que provee una justa asignación de ancho de banda para todo el tráfico de la red, utilizado habitualmente para enlaces de velocidades menores a 2048 [Mbps].

WRED.

RED ponderado

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. “Tecnología de Videoconferencia”. [en línea] Consultado 10/01/2014
<http://www.sonivision.cr/Comunicaci%C3%B3nAudiovisual/SOLUCIONES/Videoconferencia/Tecnolog%C3%ADadevideoconferencia/tabid/141/language/en-US/Default.aspx>
- [2]. **FERNANDEZ L**, “Control de Congestión con OPNET”., Valladolid España, 2010 pp. 23
<http://www.isa.cie.uva.es/~tere/memoria.pdf>
- [3]. **FERNANDEZ L**, “Control de Congestión con OPNET”., Valladolid España, 2010 pp. 24
<http://www.isa.cie.uva.es/~tere/memoria.pdf>
- [4]. **FERNANDEZ L**, “Control de Congestión con OPNET”., Valladolid España, 2010 pp. 24
<http://www.isa.cie.uva.es/~tere/memoria.pdf>
- [5]. “Voz sobre el Protocolo Internet (Voice over IP, VoIP)”. [en línea] Consultado 10/01/2014
<http://www.jeuazarru.com/docs/VoIP.pdf>
- [6]. **FERNANDEZ L**, “Control de Congestión con OPNET”., Valladolid España, 2010 pp. 29-30

<http://www.isa.cie.uva.es/~tere/memoria.pdf>

- [7]. **FERNANDEZ L**, "Control de Congestión con OPNET"., Valladolid España, 2010 pp. 50-51
<http://www.isa.cie.uva.es/~tere/memoria.pdf>
- [8]. **GONZALEZ, L., ORELLANA, D.**, "Control de Congestión"., Valparaiso Chile., 2010 pp. 3-4
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s10/project/reports/Control%20Congesti%C3%B3n.pdf>
- [9]. **CARDENAS, A.**, "Evolución de las Redes de Próxima Generación"., Quito Ecuador., 2008 pp. 1-2
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s10/project/reports/Control%20Congesti%C3%B3n.pdf>
- [10]. "Transmission Control Protocol". [en línea] Consultado 10/01/2014
http://es.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol
- [11]. "User Datagram Protocol". [en línea] Consultado 10/11/2013
http://es.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol
- [12]. "La capa de transporte en Internet: UDP a fondo. Volumen III". [en línea] Consultado 20/03/2014
<http://www.redeszone.net/2011/02/10/la-capa-de-transporte-en-internet-udp-a-fondo-volumen-iii/>
- [13]. "La capa de transporte en Internet: UDP a fondo. Volumen III". [en línea] Consultado 20/03/2014
<http://www.redeszone.net/2011/02/10/la-capa-de-transporte-en-internet-udp-a-fondo-volumen-iii/>
- [14]. "Retransmisión rápida". [en línea] Consultado 10/11/2013
http://es.wikipedia.org/wiki/Retransmisi%C3%B3n_r%C3%A1pida
- [15]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. pp. 218. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=esepoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

- [16]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.219-220. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [17]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.199. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [18]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.85-87. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [19]. "Protocolo de Control de Congestión de Datagramas". [en línea] Consultado 31/03/2013
<https://es.wikipedia.org/wiki/DCCP>
- [20]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.191. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [21]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.192. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [22]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.192-193. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932

- [23]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.195. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [24]. **CARBALLAR., A.**, "Herramientas Para la Calidad de Servicio." *VoIP: La telefonía de Internet*. José. Madrid: Paraninfo, 2008. Pp.195. *Gale Virtual Reference Library*. Web. 20 Mar. 2014.
http://go.galegroup.com/ps/i.do?id=GALE|CX2649200065&v=2.1&u=epoch_cons&it=r&p=GURL&sw=w&asid=e8c5f49ed20cc67024043d3cbaefe932
- [25]. "Calidad de servicio". [en línea] Consultado 20/11/2013
http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/qos.htm
- [26]. "Redes de Telecomunicaciones Lab 4: Calidad de servicio (QoS)"., [en línea] Consultado 20/03/2014
<http://vic-en-fime.blogspot.com/2013/02/redes-de-telecomunicaciones-lab-4.html>
- [27]. "Análisis de parámetros de QoS ". [en línea] Consultado 20/03/2014
<http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/731/3/Anexo%202.pdf>
- [28]. **JOSKOWICZ, J.**, "Voz, Video y Telefonía sobre ip., Versión 12"., Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería Universidad de la República Montevideo., URUGUAY., 2013 pp. 24-26
<http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/ccu/material/docs/Voz%20Video%20y%20Telefonia%20sobre%20IP.pdf>
- [29]. "Análisis de parámetros de QoS ". [en línea] Consultado 20/03/2014
<http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/731/3/Anexo%202.pdf>
- [30]. "Algoritmos de Encolamiento al aplicar QoS". [en línea] Consultado 18/02/2014
<http://www.docstoc.com/docs/99871564/Presentaci%C3%B3n-de-PowerPoint>
- [31]. "Voz sobre el Protocolo Internet (Voice over IP, VoIP)". [en línea] Consultado 18/02/2014
<http://www.ieuazarru.com/docs/VoIP.pdf>

- [32]. **CRUZ., M., MARTÍNEZ., R., HIERREZUELO., C.**, “Análisis de tráfico en la Red UCI Mediante la Simulación” Universidad de las Ciencias Informáticas., La Habana, Cuba 2010., pp. 78-83
<http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/viewFile/94/93>
- [33]. **CADENA., C.**, Control de tráfico en redes tcp/ip fundamentado en procedimientos y técnicas de calidad de servicio a lo largo de una infraestructura de telecomunicaciones., Escuela Politécnica del Ejercito., Quito, Ecuador., 2010 pp. 81-92
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/128/1/T-ESPE-029520.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. GUÍA PARA LA CONFIGURACIÓN DE UN MECANISMO DE GESTIÓN ACTIVA DE COLAS PARA EL DESCARTE SELECTIVO DE PAQUETES EN PARA LA TRANSMISIÓN DEL TRÁFICO DE VIDEO EN TIEMPO REAL

Objetivos del diseño

Objetivo general

Proponer una guía para la configuración de un mecanismo de gestión activa de colas para el descarte selectivo de paquetes en para la transmisión del tráfico de video en tiempo real.

Objetivos Específicos

- Establecer los requerimientos de la infraestructura y arquitectura de los mecanismos de gestión activa de colas como ambiente de pruebas.
- Escoger los equipos de cómputo y de red, con los cuales se formará el ambiente de pruebas.
- Diseño de la Implementación de los mecanismos de gestión activa de colas.
- Implementar la arquitectura en a los mecanismos de gestión activa de colas.
- Realizar las pruebas de funcionalidad de los mecanismos de gestión activa de colas.
- Establecer los comandos de configuración del mecanismo de gestión activa de colas para la transmisión del tráfico de video en tiempo real.

Selección de Equipos

- 3 Routers que simulan una red WAN con dos sucursales en diferentes ciudades.
- 3 Switchs utilizados para dividir el canal para video, voz y datos.
- 1 Servidor DNS y HTTP que se utilizan para simular el trafico de red que se presenta en una empresa provocando congestión y así poder examinar el comportamiento de las técnicas de encolamiento en estas situaciones.
- 1 Servidor de Videoconferencia en Ubuntu isabel

- Sucursal 1, está formada por 2 PCs que se utilizan para la implementación de Clientes de video, la segunda PC se utiliza para el monitoreo de la transmisión.
- Sucursal 2, está formada por 2 PCs que se utilizan para la implementación de Clientes de video, la segunda PC se utiliza para el monitoreo de la transmisión.

Topología

La topología de red como la forma en que un conjunto de computadores se encuentran conectados entre si. En otras palabras, la forma en que está diseñada la red, sea en el plano físico o lógico. El concepto de red puede definirse como "conjunto de nodos interconectados". Un nodo es el punto en el que una curva se intercepta a sí misma. Lo que un nodo es concretamente, depende del tipo de redes a que nos refiramos en la figura podemos demostrar la topología utilizada para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

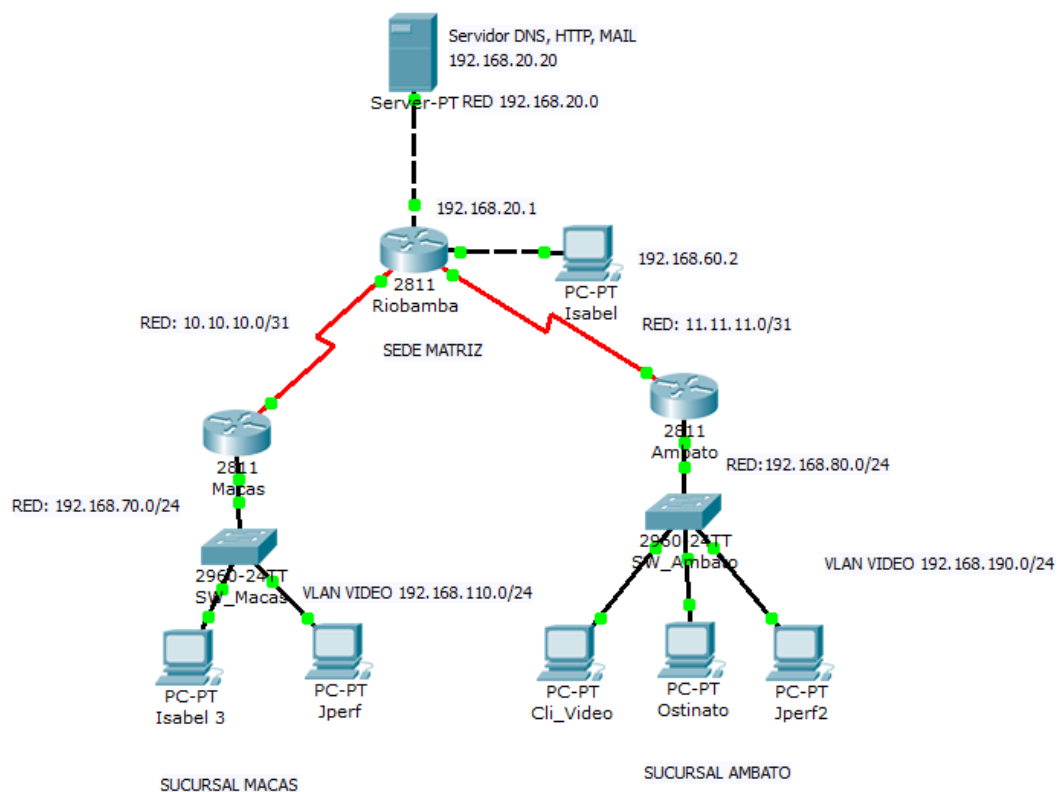


Figura 28. Topología de red utilizada
Fuente: Germán Torres

Descripción de Equipos

Equipo	Descripción
Router 2811	<p>Transmisión de datos: 0.1 Gbit/s, 100 Mbit/s. Red: Con cables. Protocolos: Ethernet, Fast Ethernet. Seguridad: DES, 3DES, AES 128, AES 192, & AES 256. Memoria: 64 MB, 256 MB. Aprobaciones reguladoras: UL 60950, CAN/CSA C22.2 No. 60950, IEC 60950, EN 60950-1, AS/NZS 60950, - EN300386 - EN55024/CISPR24 - EN50082-1 - EN61000-6-2 - FCC Part 15 - ICES-003 Class A. Contro de energía: 100 - 240 VAC, 47-63 Hz.</p>
Switch 2960	<p>Ethernet, Fast Ethernet</p> <p>Memoria Ram: 64 MB</p> <p>Memoria Flash: 32 MB</p> <p>Cantidad de puertos: 24</p>
Servidor DNS, HTTP, CORREO	<p>Intel Core I7</p> <p>Memoria Ram 4GB</p> <p>Disco duro de 1 TB</p> <p>Tarjeta de red Fasth ethernet</p>
SERVIDOR Y CLIENTE ISABEL	<p>Intel Core I5</p> <p>Memoria Ram 4GB</p> <p>Disco duro de 500 GB</p>

	Tarjeta de red Fasth ethernet
--	-------------------------------

Interconexión de los Equipos

La interconexión de los routers se la realiza a través de cables seriales V.35, en el lado del routers denominado como Riobamba, debemos aplicar las señales de reloj para tener el DCE y en las sucursales de Ambato, Riobamba los DTE la cual es su naturaleza en los routers cisco, además los routers tienen dos interfaces fast Ethernet que permitirá la interconexión con los switch.

Para la las pruebas se simula un cuellos de botella en las señales seriales,

Configuración de los equipos

Configuración de Equipos activos de red

Routers

Macas	Administrador	Ambato
Configuraciones básicas enable configure terminal hostname Macas no ip domain-lookup Configuración de interfaces interface Serial0/0/1 ip address 10.10.10.2 255.255.255.252 bandwidth 10240 no shutdown Configuración del protocolo de enrutamiento router eigrp 1 network 10.10.10.0 0.0.0.3 network 192.168.90.0	Router Riobamba Configuraciones básicas enable configure terminal hostname Riobamba no ip domain-lookup Configuración de las interfaces interface fa 0/1 ip address 192.168.20.1 255.255.255.0 bandwidth 10240 no shutdown interface fa 0/0	Router Ambato Configuraciones básicas enable configure terminal hostname Ambato no ip domain-lookup Configuración de interfaces interface Serial0/2/1 ip address 11.11.11.2 255.255.255.252 bandwidth 10240 no shutdown exit Configuración del

<pre> 0.0.0.255 network 192.168.190.0 0.0.0.255 no auto-summary exit Configuración de interfaces de Voz y Datos interface fa 0/0.1 encapsulation dot1q 1 ip address 192.168.80.1 255.255.255.0 exit interface fa 0/0.10 description ##VOZ## encapsulation dot1q 10 ip address 192.168.90.1 255.255.255.0 exit interface fa 0/0.100 description ##VIDEO## encapsulation dot1q 100 ip address 192.168.190.1 255.255.255.0 exit interface fa 0/0 bandwidth 10240 no shut exit Configuraciones DHCP ip dhcp pool VOZ network 192.168.90.0 </pre>	<pre> ip address 192.168.60.1 255.255.255.0 bandwidth 10240 no shutdown interface Serial0/2/0 ip address 10.10.10.1 255.255.255.252 clock rate 128000 bandwidth 10240 no shutdown interface Serial0/2/1 ip address 11.11.11.1 255.255.255.252 clock rate 128000 bandwidth 10240 no shutdown exit </pre>	<pre> protocolo de enrutamiento router eigrp 1 network 11.11.11.0 0.0.0.3 network 192.168.10.0 0.0.0.255 network 192.168.110.0 0.0.0.255 no auto-summary exit Configuración de subinterfaces de Voz y Video interface fa 0/0.1 encapsulation dot1q 1 ip address 192.168.70.1 255.255.255.0 exit interface fa 0/0.10 description ##VOZ## encapsulation dot1q 10 ip address 192.168.10.1 255.255.255.0 interface fa 0/0.100 description ##VIDEO## encapsulation dot1q 100 ip address 192.168.110.1 255.255.255.0 exit interface fa 0/0 bandwidth 10240 </pre>
--	---	---

<pre> 255.255.255.0 default-router 192.168.90.1 dns-server 192.168.20.20 exit ip dhcp pool VIDEO network 192.168.190.0 255.255.255.0 default-router 192.168.190.1 dns-server 192.168.20.20 option 150 ip 192.168.60.2 exit ip dhcp excluded-address 192.168.90.1 192.168.90.10 ip dhcp excluded-address 192.168.190.1 192.168.190.10 exit </pre>		<pre> no shutdown Configuraciones DHCP ip dhcp pool VOZ network 192.168.10.0 255.255.255.0 default-router 192.168.10.1 dns-server 192.168.20.20 exit ip dhcp pool VIDEO network 192.168.110.0 255.255.255.0 default-router 192.168.110.1 dns-server 192.168.20.20 option 150 ip 192.168.60.2 exit ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.10 ip dhcp excluded-address 192.168.110.1 192.168.110.10 </pre>
---	--	---

Switchs

Switch_Macas	Switch_Ambato
<pre> Configuraciones básicas enable configure terminal hostname Sw_Macas no ip domain-lookup exit </pre>	<pre> Configuraciones básicas enable configure terminal hostname Sw_Ambato no ip domain-lookup exit </pre>

<p>Configuración de vlans: Nativa, Voz y Datos</p> <pre> vlan database vlan 10 name VOZ vlan 100 name VIDEO exit conf t interface fa 0/1 switchport mode trunk no shutdown interface range fa 0/2 - 7 switchport access vlan 10 switchport mode access switchport voice vlan 10 exit interface Vlan1 ip address 192.168.70.2 255.255.255.0 ip default-gateway 192.168.70.1 exit </pre>	<p>Configuración de vlans: Nativa, Voz y Video</p> <pre> vlan database vlan 10 name VOZ vlan 100 name VIDEO exit conf t interface fa 0/1 switchport mode trunk no shutdown interface range fa 0/2 - 7 switchport access vlan 10 switchport mode access switchport voice vlan 10 exit interface Vlan1 ip address 192.168.80.2 255.255.255.0 ip default-gateway 192.168.80.1 exit </pre>
---	---

Configuración de PC's

Luego de haber realizado la instalación de Ubuntu Isabel para video conferencia procederemos a detallar las configuraciones necesarias para establecer la conexión entre el cliente y el servidor.

Isabel CSCW es videoconferencia multipunto avanzada para PC basada en dos nuevos conceptos:

- Servicio: la aplicación adapta su funcionamiento y control a las necesidades del servicio concreto: tele reunión, tele clase, teleconferencia, servicios a medida.
- Modo de interacción: cada presentación en pantalla enfatiza lo que es importante en cada momento

- Isabel utiliza TCP/UDP sobre IP e IPv6 (tanto unicast como multicast), por lo que se puede usar sobre múltiples tecnologías de acceso: Ethernet, ATM, RDSI, ADSL, FR, satélite.
- Todo terminal Isabel es a la vez una MCU, eliminando la necesidad de costosas MCUs hardware
- Isabel utiliza entre 128Kbps y 10Mbps (según la calidad necesaria) Componentes ofrecidos:
- Diversos modos de audio y videoconferencia: modo chat, modo Uno, modos preguntas
- Compartición de aplicaciones empotradas: presentaciones, pizarra, editor
- Compartición de aplicaciones Windows y Linux
- Antena Web: difusión a través de Web
- Grabador a ficheros .AVI

Servidor

Ya en Ubuntu surgirá una ventana de License Agreement en la cual debes aceptar la licencia de demostración de Isabel indicando el botón de chequeo “I Agree” y luego en el botón “I Agree”.

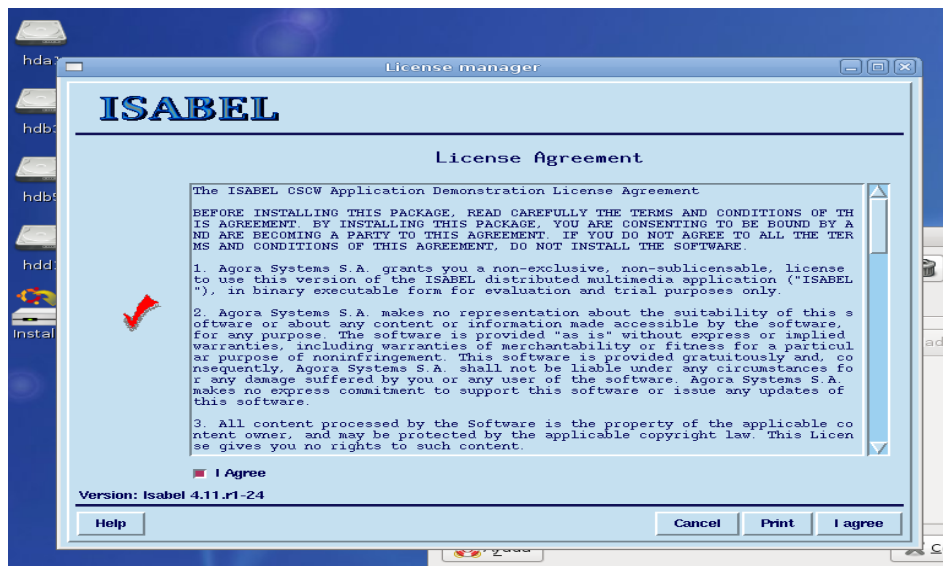


Figura 29. Acetar la licencia Agreement
Fuente: Germán Torres

Te espera una ventana la cual te mostrara tus conexiones de red que estas utilizando cierra esta ventana.

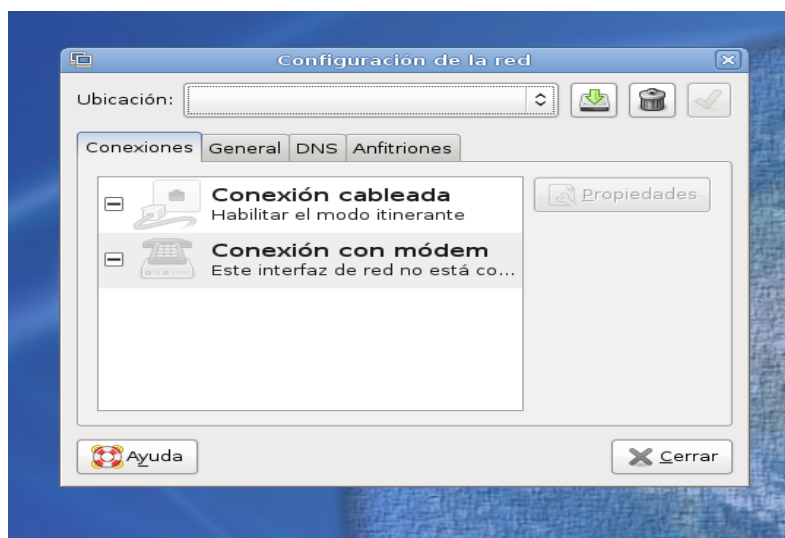


Figura 30. Conexión de red para la transmisión
Fuente: Germán Torres

Luego configura la resolución de tu pantalla colocándola en 1024x768 que es la resolución con la que trabaja Isabel y Listo ya estás trabajando sobre Ubuntu 11.04 con Isabel en LiveCd.

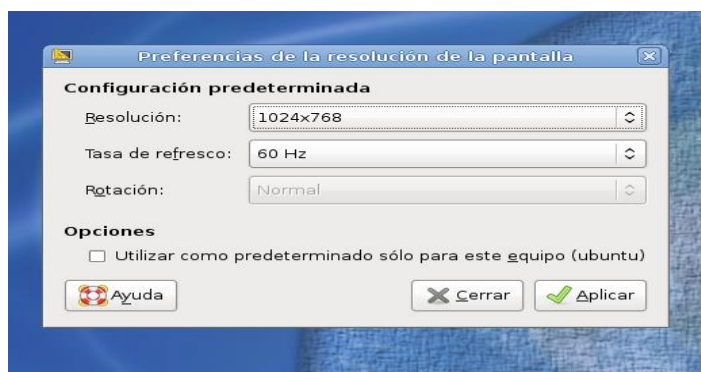


Figura 31. Configuración de la resolución de la videoconferencia
Fuente: Germán Torres

Configuración básica del terminal server

Vamos a crear un servidor para dirigir una videoconferencia, nos dirigimos al menú Aplicaciones» Isabel » Start Session Server

Esto no llevara a una ventana titulada "ISABEL Options" en la cual se configura el rol que tomaremos con el software Isabel.

- En la primera pestaña titulada “Site ID” se ingresa el nombre con el cual será identificada la videoconferencia que vamos a crear:
 - Nickname: Ingresamos el nombre de la reunión por ejemplo: Prueba,...
 - Location: Ingresamos el nombre de la ciudad desde donde vamos a transmitir Ejemplo: Riobamba

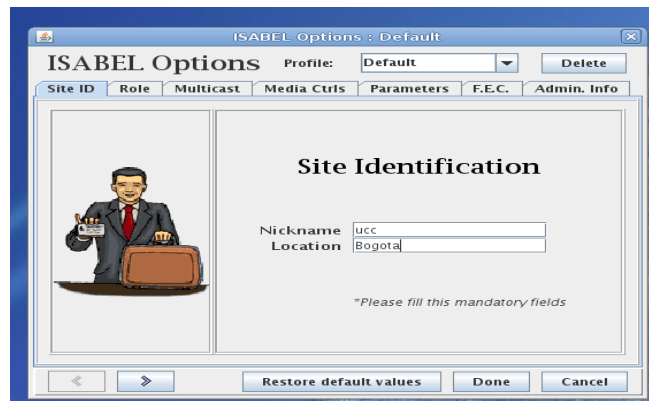


Figura 32. Sselección del usuario y el rol de la video conferencia

Fuente: Germán Torres

- En la segunda pestaña encontramos “Role”, aquí elegimos que tipo de acción va a realizar nuestra terminal:
 - Interactive: Nos permite participar de una sesión de Isabel.
 - FlowServer(MCU) Le damos la orden a nuestra terminal de convertirse en una MCU y se la encargada de recibir los mensajes de todos y reenviarlos a los participantes de a sesión de Isabel.
 - Gateway: Aquí nos convertimos en un puente entre los usuarios de Isabel y usuario que trabajen en Protocolo SIP para que puedan participar de la sesión de Isabel
- En las pestañas Multicas, Media Ctrl's, Parameters no es necesario realizar cambio alguno.
- En la pestaña de FEC (Forward Error Correction) aquí indicamos el porcentaje de corrección de errores hay que tener en cuenta que entre más alto el porcentaje más ancho de banda se consume adicional a la videoconferencia.

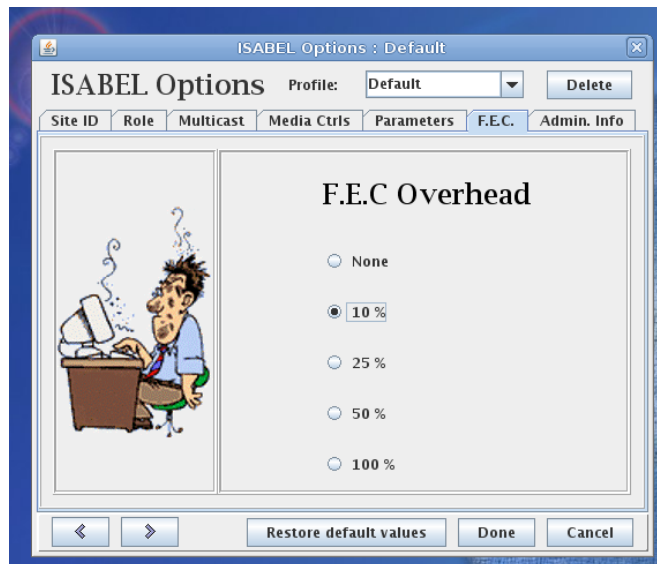


Figura 33. Aquí seleccionamos el porcentaje de corrección de errores
Fuente: Germán Torres

- La siguiente y ultima pestaña es “Admin. Info” aquí llenamos los datos de la reunión que vamos a crear.

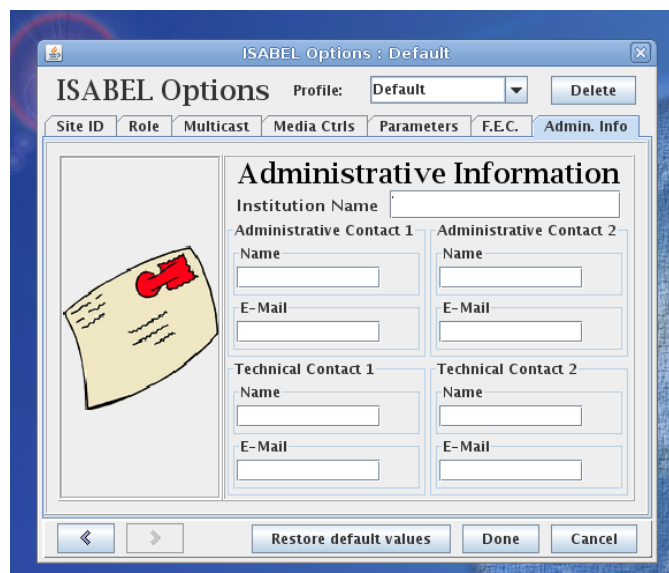


Figura 34. Información para la administración de la videoconferencia
Fuente: Germán Torres

Luego de realizar la configuración le damos en el botón “Done” y le decimos que grabe los cambios que hemos realizado.

En la siguiente ventana escribimos los datos finales de configuración para iniciar nuestra videoconferencia:

- Session Name: Es el nombre con el cual se va a identificar nuestra sesión en Isabel por Ejemplo: clase, prueba,...
- Service: Aquí indicamos el tipo de servicio que va a ofrecer nuestro servidor para nuestro caso es una “Tele-meeting” para tener las opciones de pizarra y diapositivas
- Quality: elegimos el ancho de banda con el que disponemos para la videoconferencia, lo mínimo para realizar una buena videoconferencia es de 384Kbps pero recordemos que como servidores necesitamos un poco más.
- Password: Si deseamos que nuestra reunión sea privada y solo ingrese la personas que invitamos indicamos una contraseña para permitir el ingreso a la videoconferencia.

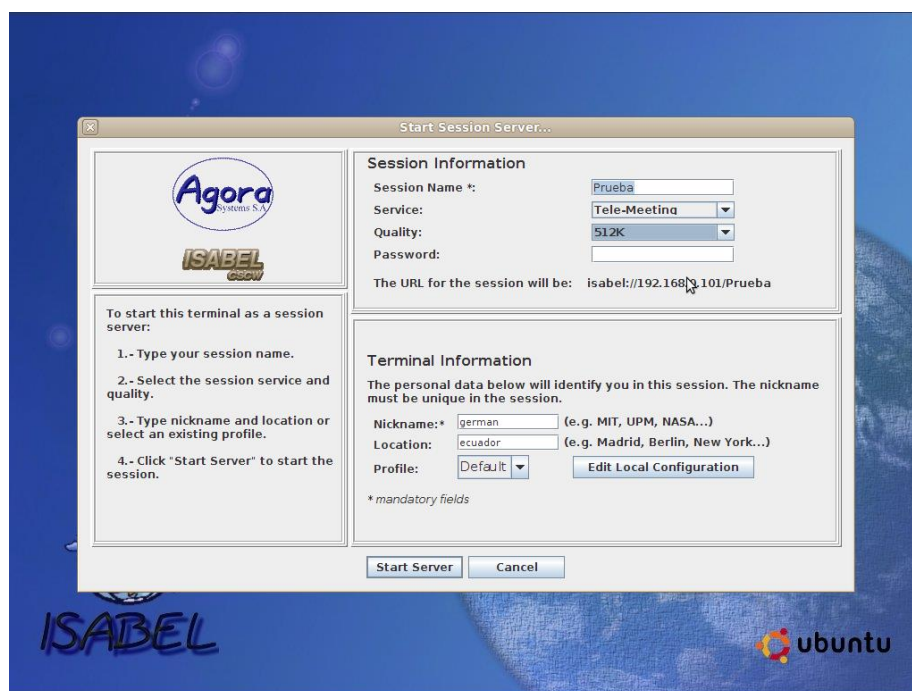


Figura 35. Inicio de sesión para el servidor de videoconferencia
Fuente: Germán Torres

Cuando terminemos de configurar esto le damos en el botón “Start Server” y ya quedara nuestro servido On-line.

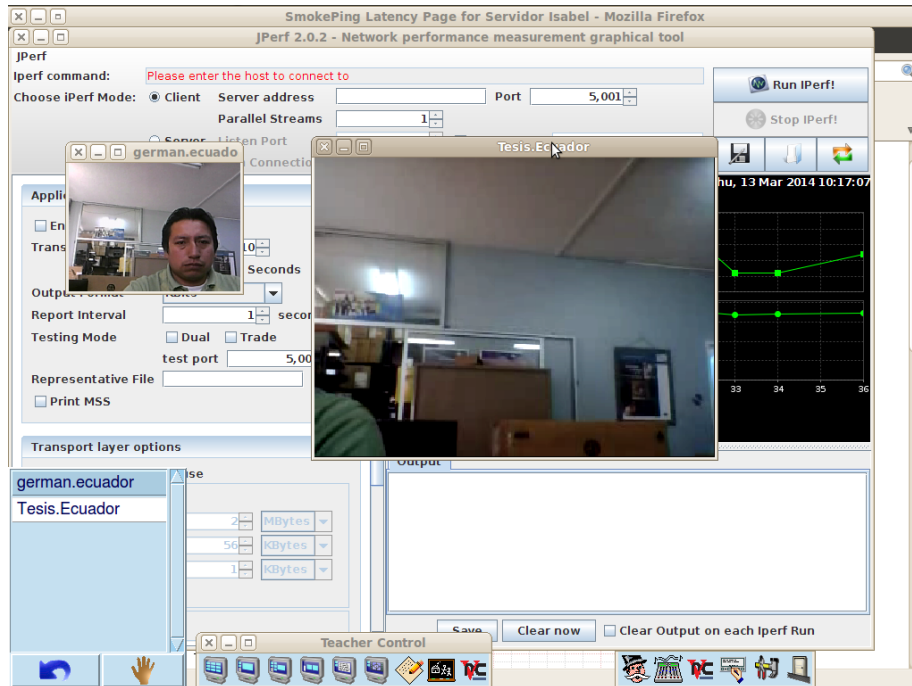


Figura 36. Videoconferencia isabel
Fuente: Germán Torres

Cliente

Conectarse a una videoconferencia

Vamos a ingresar a una videoconferencia, nos dirigimos al menú Aplicaciones» Isabel » Connect to. Esto nos llevara a la ventana “ISABEL options” al igual que con el servidor llenamos los datos de la terminal y en la pestaña rol indicamos “interative”.

Luego de llenar los datos y grabarlos llegamos a la ventana “Connect to Session...” en la cual vamos a indicar la dirección del servidor al cual deseamos conectarnos para seguir con el ejemplo anterior le colocamos la dirección:

Isabel://192.168.60.2/prueba

La URL está compuesta por la ip del servidor y por el nombre de la sesión en este caso se llama “prueba” digitamos el password o contraseña si es el caso y le damos en el botón Connect.

Y listo ya estamos participando de la videoconferencia.

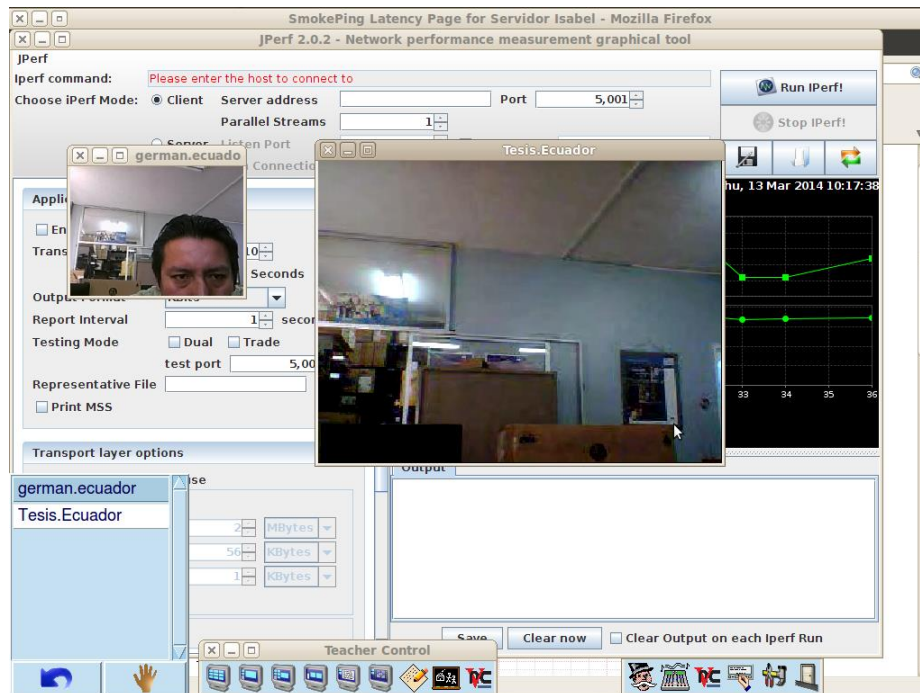


Figura 37. Videoconferencia cliente isabel
Fuente: Germán Torres

Monitoreo

Generación de tráfico

Ostinato es una aplicación opensource que nos permite simular la generación de tráfico hacia nuestra red; está compuesto por tres ventanas las mismas que nos permiten configurara las reglas de ostinato.

Port List: La lista de puertos

Streams List: Lista de arroyos

Statistics: La ventana de estadísticas.

Lo principal para el uso de ostinato es tener una entrada de grupo de puertos para "127.0.0.1" en la lista de puertos con un "verde" (conectado) esta va ha estar vincula a la tarjeta de red que este instalada en el Pc

Expanda el grupo de puerto y usted debería ver todos los puertos de su sistema local (si no hay puertos, compruebe FAQ - Puerto grupo no tiene interfases)

Seleccione un puerto en la lista de puertos, en el panel Lista de Stream, haga clic derecho y crear una nueva fuente, seleccionar la corriente de nueva creación y la derecha, haga clic para editarlo (o, alternativamente, haga doble clic en el icono de corriente para editar).

En el recién abierto Corriente de diálogo de configuración, seleccione los protocolos, rellene los campos de protocolo, configurar ninguna de paquetes, los parámetros de ráfaga y tarifas. Haga clic en Aceptar cuando termine.

Haga clic en el botón "Aplicar" en el panel Lista de corriente (IMPORTANTE)

En la ventana Estadísticas, seleccione el mismo puerto (seleccionar toda la columna haciendo clic sobre el encabezado de puerto) para el que se ha configurado la corriente (IMPORTANTE)

Haga clic en el botón "Inicio de transmisión"

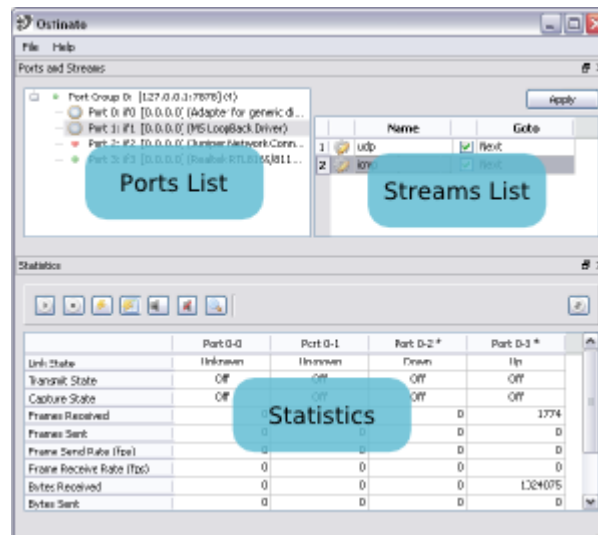


Figura 38. Ostinato generador de tráfico
Fuente: Germán Torres

Ports List

La lista muestra todos los puertos de los puertos que se pueden controlar. Los puertos se agrupan en grupos de puertos. Un grupo de puertos es un equipo o dispositivo (local o remota) que ejecuta el componente de servidor (drone).

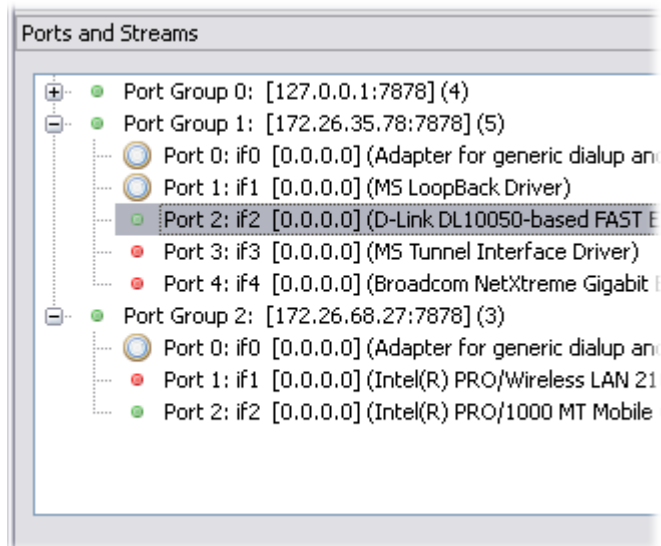


Figura 39. Listado de interfaces del Pc

Fuente: Germán Torres

Los iconos de estado de grupo de puertos son los siguientes





Icono	Mensaje
	El cliente no está conectado al grupo de puerto
	El cliente está intentando conectarse con el grupo de puertos
	El cliente se conecta al grupo de puertos
	El cliente se enfrentó a un error de conexión con el grupo de puertos
Fuente: Ostinato.org	

Los iconos de estado de puerto son los siguientes

Icono	Mensaje
	El estado actual del enlace de puerto es desconocido
	El estado del enlace del puerto está inactivo
	El estado del enlace del puerto está activo
Fuente: Ostinato.org	

NOTA: Si el puerto está desactivado administrativamente, no se puede enumerar - esto es una limitación Pcap / WinPcap. Si no aparece ningún puerto - comprobar que aviones no tripulados (el componente del servidor) se está ejecutando con privilegios administrativos. Para obtener más consejos de solución de problemas, compruebe el FAQ

Acciones

Icono	Nombre	Descripción
	Nuevo puerto de grupo	Añade un nuevo equipo remoto a la lista y se conecta a él. Usted necesidad de proporcionar la dirección IP y, opcionalmente, el número de puerto nombres de host no funcionan
	Eliminar puerto de grupo	Elimina un equipo remoto de la lista
	Conectr a puerto de grupo	Los intentos para volver a conectar a un ordenador remoto desconectado
	Desconectar a puerto de grupo	Se desconecta de un equipo remoto. El equipo remoto no se elimina de la lista. Puede conectarse a él de nuevo
	Puerto de control exclusivo	Ver puerto de control exclusivo
	Puerto de configuracion	Configurar propiedades del puerto
Fuente: Ostinato.org		

Creando, editando y borrando streams

Para crear una secuencia, primero seleccione el puerto apropiado de la lista de puertos y después archivo New Streams (alternativamente usar el menú contextual del botón derecho del ratón).

Para insertar una corriente entre dos corrientes existentes, seleccione la corriente de fondo y luego crear una nueva fuente - la nueva fuente se creará antes de que la ruta seleccionada.

Para nombrar la corriente, haga doble clic en la celda "nombre" y escriba un nombre adecuado. La corriente se puede activar o desactivar mediante la casilla de verificación. Puede configurar el flujo de paquetes a través de todas las corrientes utilizando la columna "Ir a". De forma predeterminada después de enviar un flujo, Ostinato procede a la siguiente. Puede alternativamente configurarlo para detener o volver a la primera corriente.

	Name		Goto
1	bridging icmp	<input checked="" type="checkbox"/>	Next
2	routing udp	<input checked="" type="checkbox"/>	Next
3		<input type="checkbox"/>	Next
4	udp fragmented	<input checked="" type="checkbox"/>	Stop

The 'Goto' dropdown menu for row 4 is open, showing options: Stop, Next, and Goto first.

Figura 40. Generando streams de tráfico
Fuente: Germán Torres

Configuración de streams

Para configurar las propiedades de un flujo Seleccione el arroyo New streams Editar corriente (o, alternativamente, utilizar el menú contextual del botón derecho del ratón). Incluso se puede hacer doble clic en el icono de secuencia en la lista de flujos de editar la secuencia.

Independientemente del método que emplea para modificar la corriente, ahora verá el cuadro de diálogo Configuración de secuencias. Este cuadro de diálogo tiene cuatro páginas con pestañas

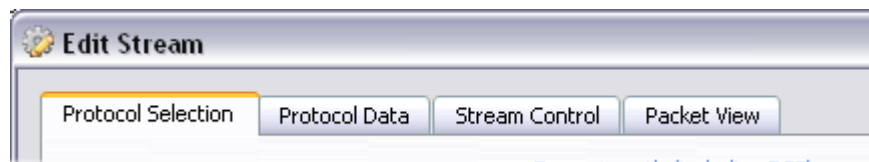


Figura 41. Editando streams de tráfico

Frame length nos permite indicar si la congestión a la red se va a ser de manera incremental de manera aleatoria o decrementando el tráfico en la red

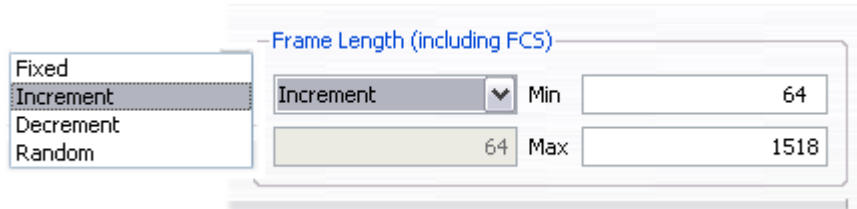


Figura 42. Tamaño de los paquetes para la congestión
Fuente: Germán Torres

Debemos indicar a que capa del modelo OSI vamos a aplicar la congestión

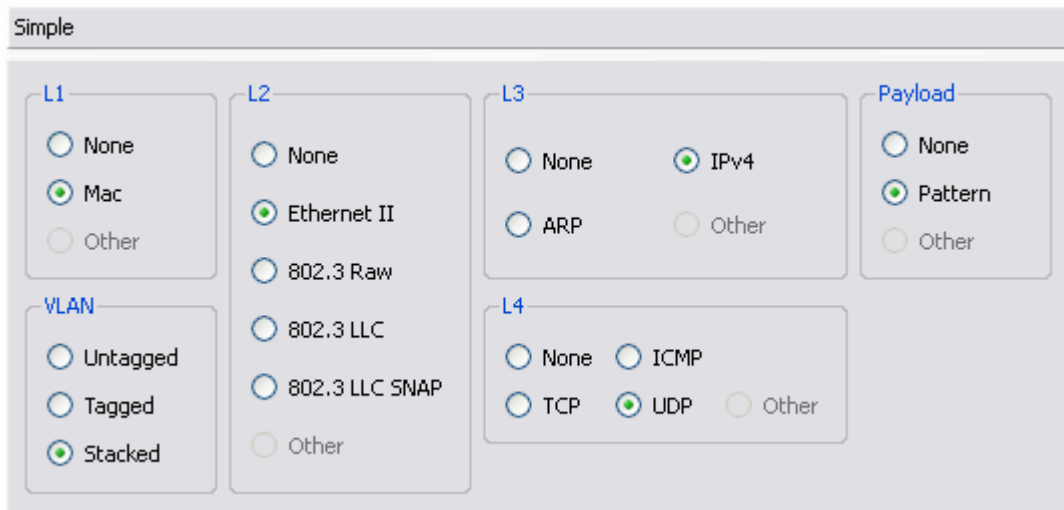


Figura 43. Capas del modelo Osi para generar tráfico
Fuente: Germán Torres

Nos permite indicar el origen y el destino de donde a donde va viajar el tráfico generado a través de ostinato de igual manera para nuestro ejercicio hemos aplicado a las interfaces del router a las direcciones 10.10.10.1 y a la dirección 11.11.11.1

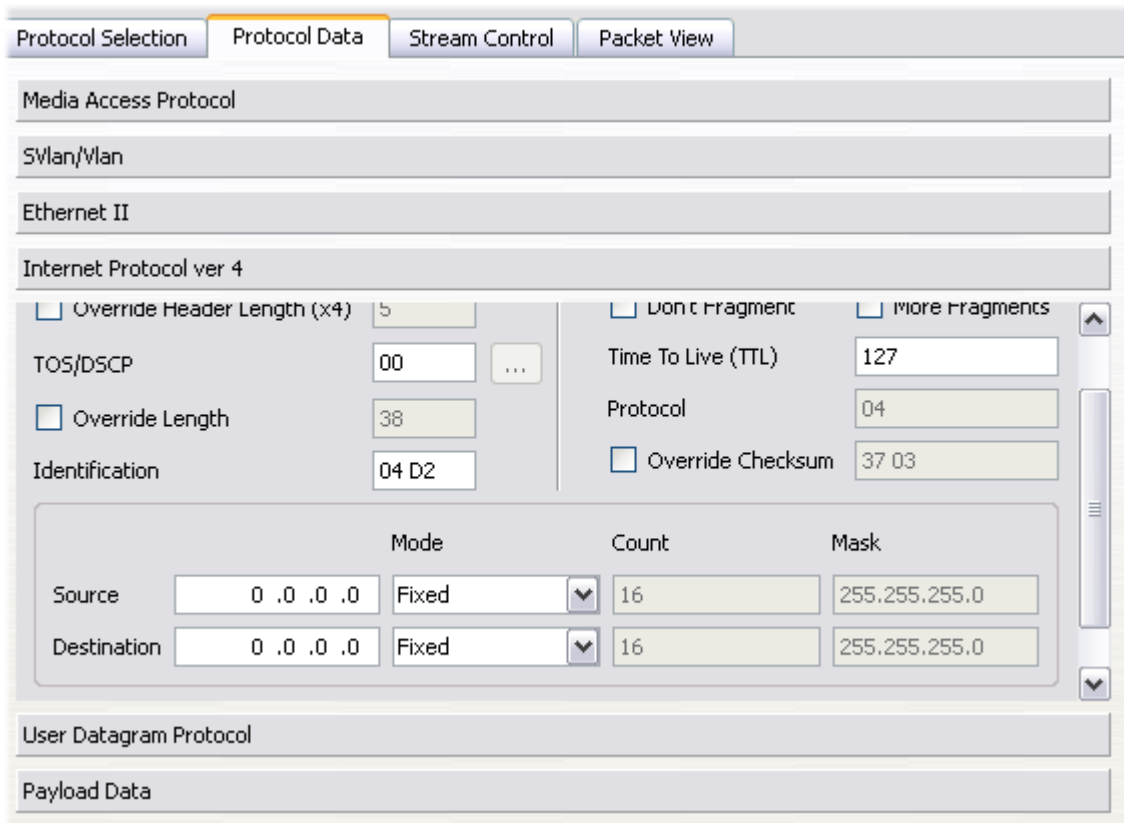


Figura 44. Dirección Ip de origen y destino
Fuente: Germán Torres

Una vez que hemos terminado de configurar el streams para la generación de tráfico con el 30%, al %50% y al 80% no empezamos a enviar tráfico hacia nuestra red debemos tomar muy en cuenta los valores con los que estamos trabajando para no enviar demasiado tráfico

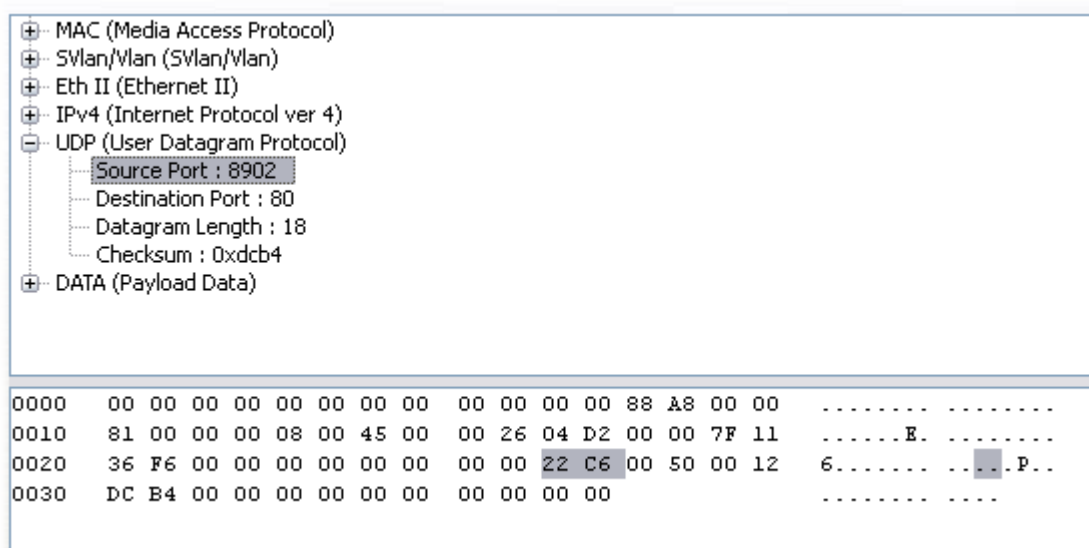


Figura 45. Resultado de la regla de trafico
Fuente: Germán Torres

Configuración de Mecanismo de gestión activa de colas.

CBWFQ+WRED	LLQ	RTP PRIORITY
enable	enable	enable
configure terminal	configure terminal	configure terminal
class-map HIGH_BW	class-map LOW_BW	interface serial 0/0/0
match ip dscp af21	match ip dscp af22	ip rtp priority 16384 16383
exit	exit	64
class-map LOW_BW	class-map VIDEO	interface serial 0/0/1
match ip dscp af22	match protocol RTP audio	ip rtp priority 16384 16383
exit	policy-map LLQ	64
policy-map CBWFQ+WRED	class LOW_BW	
class HIGH_BW	exit	
bandwidth 24	class VIDEO	
random-detect	priority 64	
exit	exit	
class LOW_BW	exit	
bandwidth 8	interface serial 0/0/0	
random-detect	service-policy output LLQ	
exit	interface serial 0/0/1	
interface serial 0/0/0	service-policy output LLQ	
service-policy output	exit	
CBWFQ+WRED		
interface serial 0/0/1		
service-policy output		
CBWFQ+WRED		
exit		

Fuente: Germán Torres

Pruebas

Software de monitoreo Jperf

Jperf es una herramienta de código abierto útil para medir la velocidad, el rendimiento y la calidad de un enlace de red. Jperf es la interfaz gráfica de usuario Java impulsado front-end para iperf. La herramienta utiliza TCP y UDP. TCP se utiliza para medir la velocidad de enlace y el rendimiento.

UDP se utiliza para la medición de fluctuación de fase (varianza de la latencia de un paquete a) y la pérdida de paquetes.

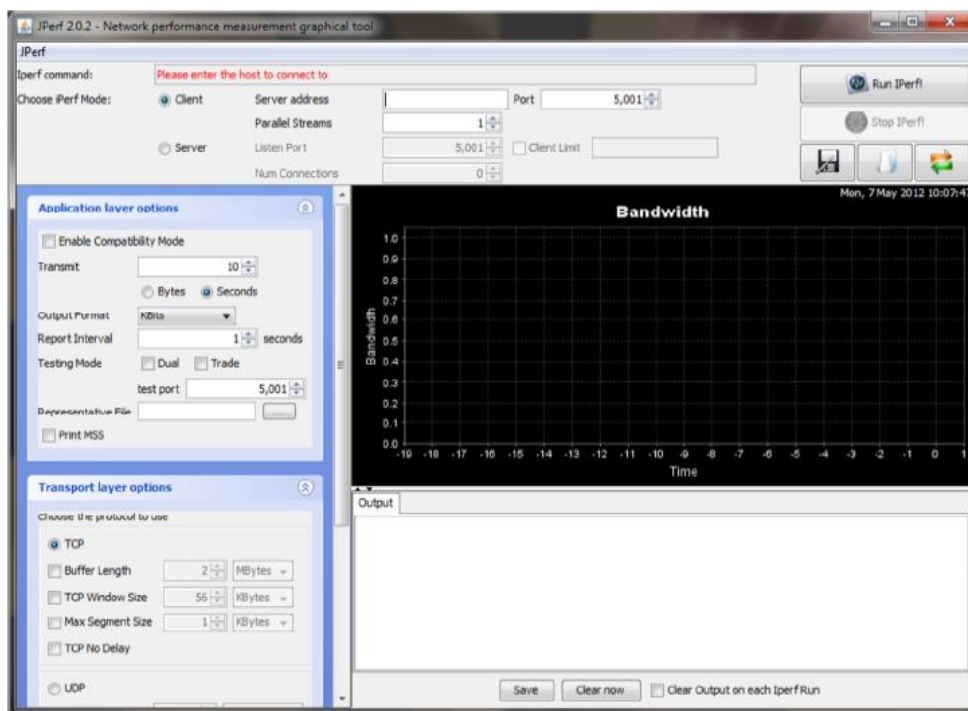


Figura 46. Interfaz gráfica de Jperf
Fuente: Germán Torres

Jperf server

Configurar el servidor primero para que un cliente puede conectarse a él. Asegúrese iPerf no se está ejecutando, haga clic en el botón Detener iPerf. Elija la opción de servidor en el modo iPerf área y luego haga clic en RUN iPerf. No es necesario configurar nada más para las pruebas de simple.

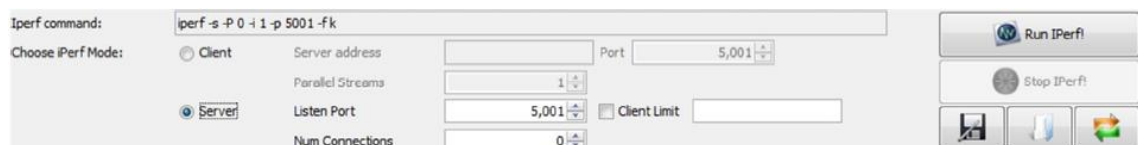


Figura 47. Sección Server jperf
Fuente: Germán Torres

Jperf cliente

Asegúrese iPerf no se está ejecutando, haga clic en el botón Detener Iperf. Elija la opción del cliente en el área de modo iPerf. Escriba la dirección IP del servidor en la dirección del servidor y a continuación, haga clic en Ejecutar iPerf. No es necesario configurar nada más para pruebas sencillas

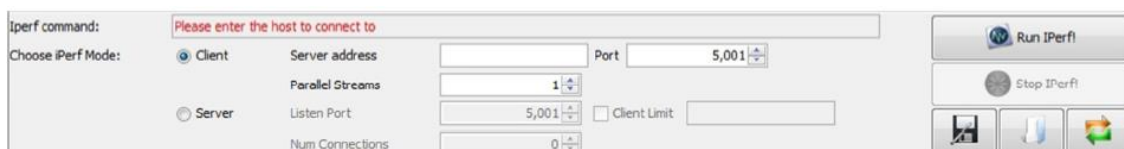


Figura 48. Sección Cliente jperf
Fuente: Germán Torres

Resultado

La información resultante es en forma de la cantidad de datos transferidos y la velocidad a la que los datos eran transferido a. Por defecto, la información se mostrará en kilobytes (importe transferido) y kilobits por segundo. En segundo lugar (tasa de transferencia). Los resultados se muestran tanto en el Gráfico y las ventanas de texto. Las ventanas de Gráficos muestran puntos de la trama cada 1 segundo. La ventana de texto mostrará los resultados para el intervalo de informe en 1 segundo intervalos (7,0-8,0 seg, 8,0-9,0 seg, 9,0 a 10,0 seg, etc) y la última línea le mostrará el promedio global (0,0 a 10,0 seg).

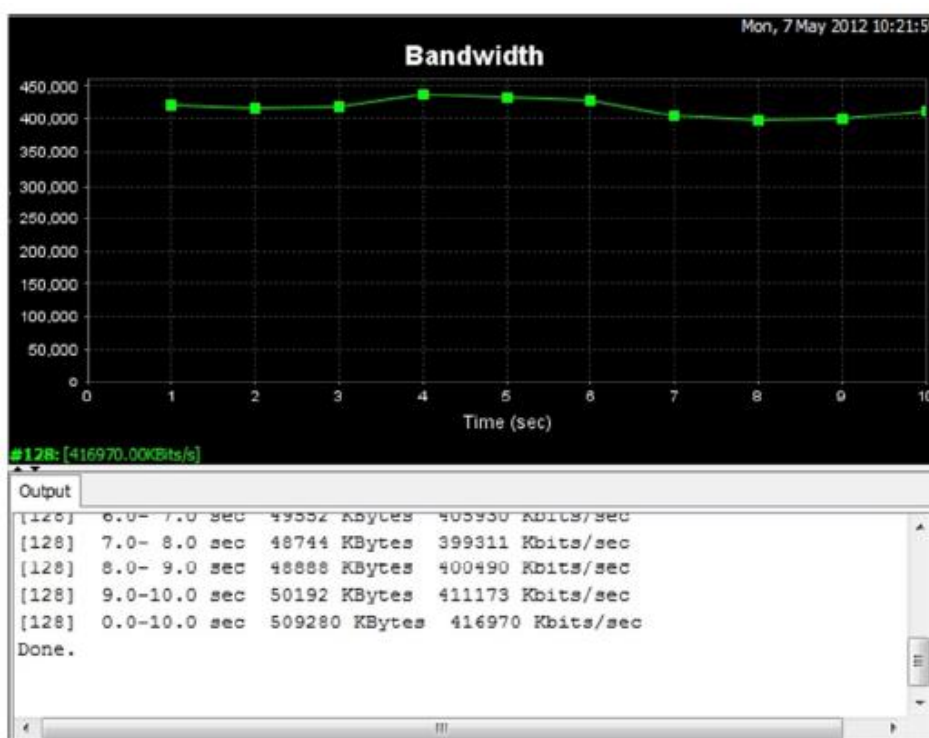


Figura 49. Captura Jperf
Fuente: Germán Torres

Jperf opciones

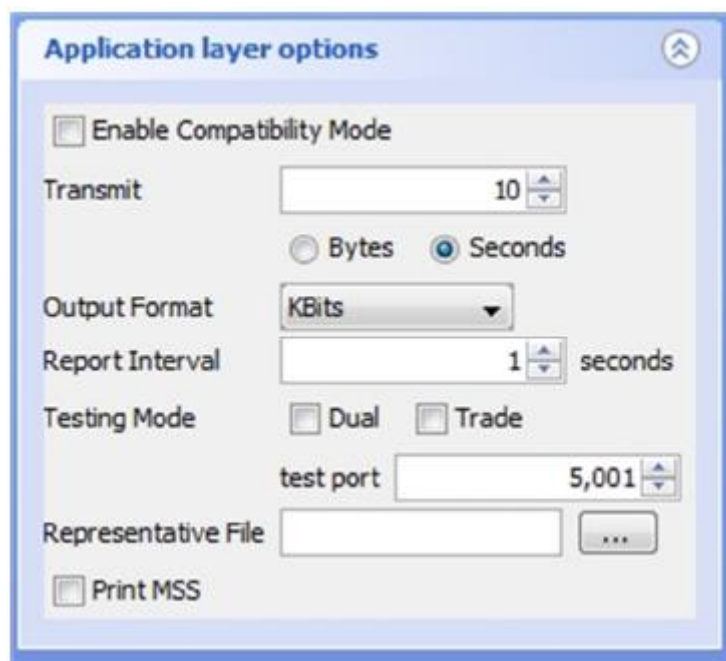


Figura 50. Opciones de configuración cliente Jperf
Fuente: Germán Torres

- Comando iperf: Este campo se rellena automáticamente mediante la CLI equivalentes de cualquier opción GUI que seleccione.
- Corrientes paralelas: ¿Cuántas pruebas se ejecuten simultáneamente.
- Transmitir: Duración de la prueba se mide en bytes o Segundos
- Formato de salida: Formato de los resultados (Bits, Bytes, Megabits / Bytes, gigabits / Bytes ... etc)
- Informes Intervalo: ¿Con qué frecuencia, con el tiempo, se muestran los resultados.
Modo de prueba: Comercio = 2 pruebas. Cliente a servidor seguido por el servidor al cliente, independientes uno de otro.
- Dual = 1 Prueba. Cliente al servidor y el servidor al cliente a la vez (bidireccional).
- Puerto de prueba: Puerto en el que llevar a cabo la prueba.
- Archivo Representante: Archivo de la que se transferirán los datos de prueba durante.

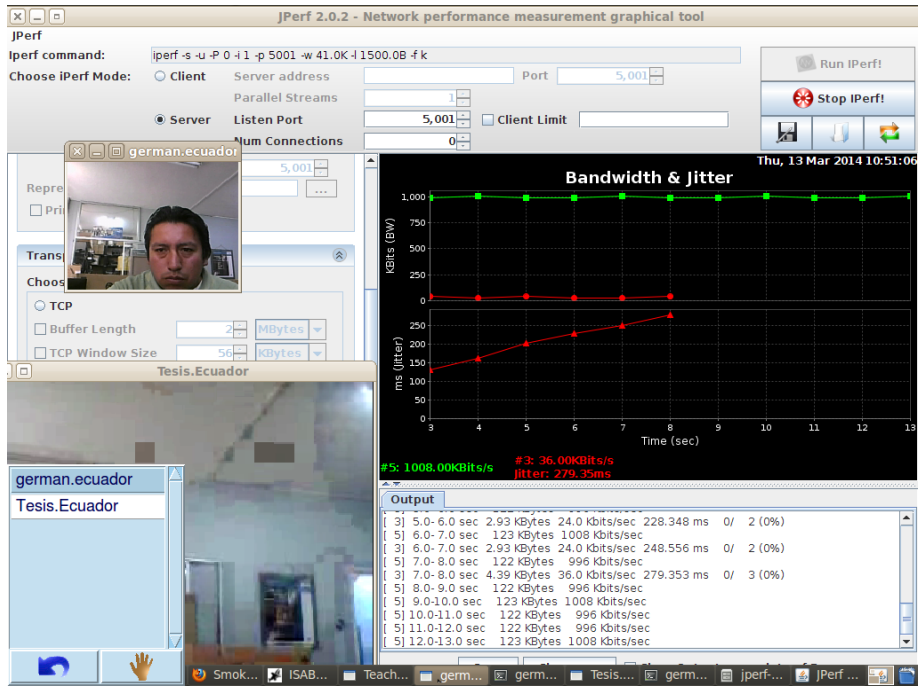


Figura 51. Captura de tráfico Jperf en Videoconferencia Isabel
Fuente: Germán Torres

Anexo 2

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369

24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361