

Elaboración de un manual de procedimientos que implique administración de colas para calidad de servicios y herramientas de simulación de software libre en routers Cisco.

RONALD ANDRÉS ARIZA HURTADO
EMILIO ALEXANDER MEDINA BAQUERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA

2.010

Elaboración de un manual de procedimientos que implique administración de colas para calidad de servicios y herramientas de simulación de software libre en routers Cisco.

RONALD ANDRÉS ARIZA HURTADO
EMILIO ALEXANDER MEDINA BAQUERO

Monografía presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Telecomunicaciones

Director
Esp. Raúl Bareño Gutiérrez

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES

BUCARAMANGA

2.010

DEDICATORIA

Dedico este nuevo triunfo en mi vida profesional a la familia Rodríguez Perdomo y a la familia Medina Baquero, por brindarme su techo, protección y alimentación durante mi permanencia en la ciudad de Bucaramanga; gracias a personas de buen corazón como ustedes habémos y habrán muchos más profesionales humildes, sinceros comprometidos con el bienestar de la familia colombiana y su profesión.

Mil gracias y bendiciones

Ronald Andrés

Dedico esta memoria a Dios por este importante paso en mi vida, a mi papá Emilio que aunque no estás en vida conmigo siempre te recordaré como el mejor de todos, a mi madre Rosalba por su incondicional apoyo, fortaleza y sostén en todos los momentos difíciles no solo de este proyecto sino de toda mi vida. Así como a mis Hermanos Richard Andrés y Cristian Darío por su comprensión y a mi querida novia Moniquita que con su amor y carisma me llena la vida de bendiciones y paz. Muchas gracias por todo y que mi Dios y la virgen me lo acompañen siempre.

Emilio Alexander

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a la Virgen mi constancia y sabiduría para alcanzar cualquier reto; a mi abuelo Eduardo Hurtado que siempre me ha dicho “estudia mijo toca tener algo en la cabeza sin eso, que triste no eres nadie en este mundo”; a mi mamá por creer siempre en mí, gracias por educarme toda una vida estando presente en todas las etapas pedagógicas cursadas reforzándome y complementándome hasta convertirme en un gran profesional competitivo e investigativo, gracias a tu tiempo, tesón y aguante, gracias; a mi papá por aconsejarme siempre, guiarme y enseñarme a saber vivir solo para cuando él no esté; a mi hermano y hermana que siempre los llevo conmigo donde esté, son mi inspiración; claro no podía faltar mi novia ella es mi alegría, mi mejor sonrisa, mi mejor pensamiento, gracias por amarme como yo te amo.

Gracias a todos los que siempre han gastado un minuto de sus vidas en prestarme atención, oírme, mirarme, opinarme y compartir conmigo buenos y malos momentos.

Ronald Andrés

Agradezco a Dios y a mi mamá por ser el motor y empuje de este compromiso con mi vida, a la Academia Cisco de las unidades tecnológicas de Santander, por facilitarnos el laboratorio donde fué posible llevar a cabo esta labor y en especial a nuestro Director, colega y amigo Raúl Bareño, por su aporte y compromiso al conocimiento y desarrollo de esta monografía, también a mis amigos y compañeros Pedro Arias y Mario Gómez por su amistad y consejos dedicados al fortalecimiento del conocimiento integral como persona, y a todas aquellas personas que hicieron realidad de una manera u otra el cumplimiento de esta meta.

Emilio Alexander

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE CALIDAD DE SERVICIO	22
1.1 QOS (QUALITY OF SERVICE)	22
1.1.1 Parámetros que definen QoS.....	23
1.1.1.1 Ancho de Banda.....	23
1.1.1.2 Jitter	23
1.1.1.3 Estado latente de la red	24
1.1.1.4 Pérdida de paquete.....	24
1.2 ARQUITECTURA	24
1.3 NÍVELES DE CALIDAD DE SERVICIO	25
1.3.1 Servicio Mejor Esfuerzo (Best-effort service)	26
1.3.2 Servicio Diferenciado o QoS suave	26
1.3.3 Servicio Garantizado o QoS fuerte	26
1.4 PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO: EIGRP (ENHANCED INTERIOR GATEWAY ROUTING PROTOCOL) Ó (PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO DE PASARELA INTERIOR MEJORADO).....	27
2. DISCIPLINAS DE COLAS EN PROCESO DE CONTROL DE TRÁFICO	27
2.1 COLAS FIFO (FIRST IN – FIRST OUT)	29
2.2 WFQ (WEIGHTED FAIR QUEUEING).....	29
2.3 CQ (CUSTOM QUEUEING).....	31
2.4 PQ (PRIORITY QUEUEING)	32
2.5 CBWFQ (CLASS-BASED WEIGHTED FAIR QUEUEING).....	33
2.6 LLQ (LOW LATENCY QUEUEING)	34
3.INSTALACION Y CONFIGURACION DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE.....	35

3.1 ADQUISICIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LINUX MÁS APROPIADA PARA EL USO DEL GNS3.....	35
3.2 INSTALACIÓN DE UBUNTU 9.10 EN UNA MÁQUINA CON SISTEMA OPERATIVO WINDOWS.....	38
3.2.1 Paso #1.....	38
3.2.2 Paso #2.....	39
3.2.3 Paso #3.....	40
3.3 INSTALACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN GRÁFICA DE REDES GNS3.....	42
3.3.1 Introducir los IOS Reales de Routers Cisco en GNS3.	46
3.4 CONOCIENDO EL ENTORNO DE TRABAJO DE GNS3.....	54
3.4.1 Descripción del área 1 ó Barra de Menú:.....	55
3.4.2 Descripción del área 2 ó Barra de Acceso Rápido:.....	59
3.4.2.1 Botón Nuevo:	59
3.4.2.2 Botón Edición:	60
3.4.2.3 Botón Abrir:	60
3.4.2.4 Botón Guardar:	60
3.4.2.5 Botón Guardar como:.....	61
3.4.2.6 Botón Limpiar:	61
3.4.2.7 Botón Nombre de las Interfaces:.....	62
3.4.2.8 Botón Hostnames:.....	62
3.4.2.9 Botón Enlazar:	62
3.4.2.10 Botón Instantánea:	63
3.4.2.11 Botón Extraer/Importar:.....	63
3.4.2.12 Botón Terminal Telnet:.....	64
3.4.2.13 Botón Inicio:	64
3.4.2.14 Botón Pausa:	64
3.4.2.15 Botón Detener:	65
3.4.2.16 Botón Anotar:	65
3.4.2.17 Botón Insertar Imagen:.....	65
3.4.2.18 Botón Rectángulo:.....	65

3.4.2.19 Botón Círculo:	66
3.4.3 Descripción del área 3 ó Tipos de Nodos:	66
3.4.4 Descripción del área 4 ó Área de Trabajo:.....	67
3.4.5 Descripción del área 5 ó Área de Resumen de Topología:....	67
3.4.6 Descripción del área 6 ó Área de Panel Consola:.....	68
3.5 DESCARGA E INSTALACIÓN DE LOS REPOSITORIOS UML- UTILITIES Y BRIDGE-UTILS	69
3.5.1 Repositorio uml-utilities	69
3.5.2 Repositorio bridge-utils	70
3.6 CREACIÓN DE LA INTERFAZ DE TOQUE.....	71
3.7 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS EN GNS3	79
3.7.1 Configuración de un Switch Ethernet en GNS3	79
3.7.2 Configuración de un Router Cisco en GNS3.....	84
3.7.3 Configuración de la Nube (Cloud) en GNS3.	90
4. LABORATORIOS DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS DE ADMINISTRACIÓN DE COLAS	95
4.1 LABORATORIO COLA FIFO Y WFQ	95
4.1.1 Cola FIFO (First In First Out):	95
4.1.2 Cola WFQ (Weighted Fair Queueing):	95
4.1.3 Configuración del Switch.....	96
4.1.4 Configuración de los Routers.....	97
4.1.5 Estadísticas de rendimiento utilizando cola FIFO	104
4.1.6 Configuración de WFQ.....	105
4.1.7 Estadísticas de rendimiento de utilizando WFQ.....	106
4.1.8 Comparación de las estrategias de cola FIFO y WFQ	108
4.2 LABORATORIO COLA CQ Y PQ	110
4.2.1 Cola CQ (Custom Queuing):	110
4.2.2 Cola PQ (Priority Queuing):	111
4.2.3 Configuración del Switch.....	112
4.2.4 Configuración de los Routers.....	112
4.2.5 Configuración de Custom Queuing	113

4.2.6 Estadísticas de rendimiento de utilizando CQ.....	118
4.2.7 Configuración de Priority Queuing	121
4.2.8 Estadísticas de rendimiento de utilizando PQ.....	124
4.2.9 Comparación de las estrategias de cola CQ y PQ.....	126
4.3 LABORATORIO COLA CBWFQ Y LLQ	127
4.3.1 Cola CBWFQ (Class-based weighted fair queueing):	127
4.3.2 Cola LLQ (Low Latency Queuing):	127
4.3.3 Configuración del Switch.....	128
4.3.4 Configuración de los Routers.....	128
4.3.5 Configuración de CBWFQ.....	129
4.3.6 Estadísticas de rendimiento de utilizando CBWFQ.....	136
4.3.7 Configuración de LLQ	138
4.3.8 Estadísticas de rendimiento de utilizando LLQ	143
4.3.9 Comparación de las estrategias de cola CBWFQ y LLQ	145
CONCLUSIONES	146
RECOMENDACIONES.....	147
BIBLIOGRAFÍA	148

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Posiciones del Jitter	23
Figura 2. Jitter alto y bajo.....	24
Figura 3. Diagrama del proceso de QoS en una red.....	25
Figura 4. Niveles de servicio en una red.....	25
Figura 5. Esquema de funcionamiento de la cola FIFO	29
Figura 6. Esquema de funcionamiento de la cola WFQ.....	29
Figura 7. Esquema de funcionamiento de la cola CQ.....	31
Figura 8. Esquema de funcionamiento de la cola PQ	32
Figura 9. Esquema de funcionamiento de la cola CBWFQ.....	33
Figura 10. Esquema de funcionamiento de la cola LLQ	34
Figura 11. Figura Auto ejecutable.....	39
Figura 12. Instalar wubi.....	39
Figura 13. Usuario y contraseña.....	40
Figura 14. Instalación en proceso.....	41
Figura 15. Entorno GNOME en Ubuntu.....	41
Figura 16. Terminal de comandos.....	42
Figura 17. Línea de comando.....	43
Figura 18. Búsqueda de repositorios y paquetes.....	43
Figura 19. Descarga de paquetes.....	44
Figura 20. Desempaquetado de paquetes descargados.....	44
Figura 21. Configuración de paquetes.....	45
Figura 22. Instalación finalizada.....	45
Figura 23. Iniciar gns3.....	46
Figura 24. Setup Wizard opción 1.....	47
Figura 25. Opción General.....	47
Figura 26. Opción Dynamips.....	48
Figura 27. Opción Hypervisor Manager.....	49
Figura 28. Opción Captura.....	50

Figura 29. Opción Pemu.	51
Figura 30. Setup Wizard opción 2.	51
Figura 31. Seleccionar IOS.	52
Figura 32. IOS introducido.	53
Figura 33. Setup Wizard finalizado.	53
Figura 34. Logo GNS3.	54
Figura 35. Entorno de trabajo GNS3.	55
Figura 36. Barra de Menú.	55
Figura 37. Opción archivo.	56
Figura 38. Opción nuevo proyecto.	56
Figura 39. Opción edición.	57
Figura 40. Administración de símbolos.	58
Figura 41. Opción preferencias.	58
Figura 42. Opción Ver.	59
Figura 43. Barra de Acceso Rápido.	59
Figura 44. Botón Nuevo.	60
Figura 45. Botón Edición.	60
Figura 46. Botón Abrir.	60
Figura 47. Botón Guardar.	61
Figura 48. Botón Guardar como.	61
Figura 49. Botón Limpiar.	61
Figura 50. Botón Nombre de las Interfaces.	62
Figura 51. Hostnames.	62
Figura 52. Botón Enlazar.	63
Figura 53. Botón Instantánea.	63
Figura 54. Botón Extraer/Importar.	63
Figura 55. Botón Terminal Telnet.	64
Figura 56. Botón Inicio.	64
Figura 57. Botón Pausa.	64
Figura 58. Botón Detener.	65
Figura 59. Botón Anotar.	65

Figura 60. Botón Insertar Imagen.	65
Figura 61. Botón Rectángulo.	66
Figura 62. Botón Círculo.	66
Figura 63. Tipos de Nodos.....	66
Figura 64. Área de Trabajo.	67
Figura 65. Resumen de Topología.....	68
Figura 66. Panel consola.	68
Figura 67. Instalación uml – utilities	69
Figura 68. Descargando uml-utilities.....	70
Figura 69. Instalación de bridge-utils.	71
Figura 70. Comando Ifconfig.....	72
Figura 71. Switch	80
Figura 72. Opción Switch	80
Figura 73. Panel de interfaces	81
Figura 74. Eliminación de interfaces	82
Figura 75. Agregar interfaces.....	83
Figura 76. Interfaces añadidas.....	83
Figura 77. Elección de router	84
Figura 78. Opción configurar router	84
Figura 79. Opción slots	85
Figura 80. Elección slots router 7200.....	85
Figura 81. Elección slots router 3600.....	86
Figura 82. Opción arrancar router.....	86
Figura 83. Iniciar líneas de comando router.....	87
Figura 84. Arranque IOS router.....	87
Figura 85. Ajuste de Idle PC en el router	88
Figura 86. Elección valor Idle PC en el router.....	88
Figura 87. Menú monitor del sistema.....	89
Figura 88. Monitor del sistema sin Idle PC configurado.....	89
Figura 89. Monitor del sistema con Idle PC configurado.....	90
Figura 90. Opción configurar nube.....	91

Figura 91. Opciones de conexiones nodo c0.....	91
Figura 92. Opción NIO TAP	92
Figura 93. Añadir interfaz de toque.....	92
Figura 94. Opción de conexión	93
Figura 95. Elección interface nube.....	94
Figura 96. Conexión de la nube con router	94
Figura 97. Topología de red.....	96
Figura 98. Show interface serial default.....	98
Figura 99. Show interface serial FIFO	99
Figura 100. Configuración ancho de banda BW	100
Figura 101. Configuración TrafGen.....	101
Figura 102. Configuración del NQR	102
Figura 103. Puesta en marcha del NQR	103
Figura 104. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola WFQ	104
Figura 105. Estadísticas de retardo utilizando cola FIFO	104
Figura 106. Estadísticas del jitter utilizando la cola FIFO	105
Figura 107. Verificación estrategia de cola WFQ.....	106
Figura 108. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola WFQ	107
Figura 109. Estadísticas de retardo utilizando cola WFQ.	107
Figura 110. Estadísticas del jitter utilizando la cola WFQ	108
Figura 111. Topología de red Academia CISCO.....	111
Figura 112. Show queueing CQ.....	116
Figura 113. Estado inicial de CQ	117
Figura 114. CQ trabajando	118
Figura 115. Utilizando NQR	119
Figura 116. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola CQ	119
Figura 117. Estadísticas de retardo utilizando cola CQ.	120
Figura 118. Estadísticas del jitter utilizando la cola CQ.	120

Figura 119. Show queueing PQ.....	123
Figura 120. PQ como estrategia de cola.....	123
Figura 121. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola PQ	124
Figura 122. Estadísticas de retardo utilizando cola PQ. Autores	125
Figura 123. Estadísticas del jitter utilizando la cola PQ.	125
Figura 124. Topología de red Laboratorio final	127
Figura 125. Configuración de una clase	131
Figura 126. Show class-map	132
Figura 127. Opciones comando precedence	133
Figura 128. Show policy-map	134
Figura 129. A) Show policy-map interface serial CBWFQ	135
Figura 130. b) Show policy-map interface serial CBWFQ	135
Figura 131. Show interface serial0/0/0 CBWFQ	136
Figura 132. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola CBWFQ	137
Figura 133. Estadísticas de retardo utilizando cola CBWFQ	137
Figura 134. Estadísticas del jitter utilizando la cola CBWFQ.....	138
Figura 135. Show policy-map LLQ.....	140
Figura 136. a) Show policy-map interface serial LLQ.	141
Figura 137. b) Show policy-map interface serial LLQ.	141
Figura 138. c) Show policy-map interface serial CBWFQ	142
Figura 139. Show interface serial0/0/0 LLQ.....	142
Figura 140. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola LLQ	143
Figura 141. Estadísticas de retardo utilizando cola LLQ.....	144
Figura 142. Estadísticas del jitter utilizando la cola LLQ.....	144

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos mínimos de máquina.....	36
Tabla 2. Ventajas y Desventajas FIFO Vs WFQ.....	109
Tabla 3. Ventajas y Desventajas de CQ Vs PQ.....	126
Tabla 4. Ventajas y Desventajas de CBWFQ Vs a LLQ	145

RESUMEN

TITULO: Elaboración de un manual de procedimientos que implique administración de colas para calidad de servicios y herramientas de simulación de software libre en routers Cisco*.

AUTRES: Ronald Andrés Ariza Hurtado, Emilio Alexander Medina Baquero**.

PALABRAS CLAVES: Administración de colas, Ubuntu, gns3, QoS, routers cisco.

DESCRIPCIÓN:

En la actualidad las tecnologías de la información y las comunicaciones han disminuido a nivel mundial la brecha que existía para acceder a las fuentes de información en internet, gracias al fácil acceso y a los beneficios de la movilidad de los sistemas de la información. Sumado a la gran demanda de consumidores que posee hoy en día internet, es necesario que el medio sea eficiente para poder satisfacer a todos los clientes que requieran utilizar alguna aplicación o servicio con calidad en el producto final, garantizando conectividad y soporte técnico. Esto se logra aplicando sobre las redes informáticas una metodología ó mecanismo capaz de armonizar la demanda de servicios pretendidos por los usuarios, comúnmente conocido en el mundo de las redes y la informática como Calidad de Servicios o QoS.

La presente monografía no pretende resolver los diferentes problemas informáticos actuales sobre conectividad o reserva de ancho de bandas que poseen las redes, sino como estos se podrían presentar o que consecuencias traerían, sino se aplica una metodología ó técnica capaz de administrar los recursos de dicha red. De esta forma se realizaron laboratorios con los IOS reales de routers Cisco sobre los routers virtuales de la herramienta de software libre interactuando con dispositivos de red de la Academia Cisco UTS Bucaramanga, para implementar las diferentes técnicas de encolamiento, evaluando las ventajas y desventajas a través de tablas estadísticas de comportamiento en una topología de red, gracias a la herramienta NQR. El resultado final será una manual que servirá de soporte para el mantenimiento de una red informática y a su vez servirá como caso de experiencia a otros administradores de red en su necesidad para fortalecer el desempeño de la red que tengan a su cargo.

* Trabajo de grado

** Facultad de Especialización en Telecomunicaciones. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Raúl Bareño Gutierrez

SUMMARY

TITLE: Development of a manual of procedures involving queue management for quality of services and software simulation tools free Cisco routers*.

AUTHORS: Ronald Andrés Ariza Hurtado, Emilio Alexander Medina Baquero**.

KEYWORDS: Queue management, Ubuntu, GNS3, QoS, Cisco routers.

DESCRIPTION:

Nowadays the information technology and communications have fallen globally the gap that existed for access to online information sources, thanks to easy access and mobility benefits of information systems. In addition to the high demand of consumers who have internet today thanks to the above is necessary for efficient means to satisfy all customers requiring the use of any application or service quality in the final product, ensuring connectivity and technical support. This is achieved by applying to the IT networks a methodology or mechanism capable of matching the demand of services desired by the user, commonly known in the world of networking and computing as Quality Services or QoS.

This monograph is not intended to solve the various problems existing software on connectivity or reserving bandwidth that the networks have, but as these could occur or would bring consequences, but applies a methodology or technique capable of managing the resources of the network. This laboratory will be made with actual Cisco IOS on virtual routers free software tool interacting with network devices UTS Cisco Academy Bucaramanga, to implement various queuing techniques, assessing the advantages and disadvantages through of statistical tables of behavior in a network topology, the tool by NQR. The end result is a manual which will provide support for the maintenance of a computer network and in turn serve as a case of experience to other network administrators in their need to strengthen the performance of the network are responsible.

* Grade project.

** Ability of Specialization in Telecommunications. Electric, Electronic school of Engineerings and of Telecommunications. Director: Raúl Bareño Gutiérrez.

INTRODUCCIÓN

El gran auge de conectividad que existe en la actualidad hacia las fuentes de información que posee la Internet ha generado mucho furor en usuarios de todas las edades debido al sin número de aplicaciones y servicios disponibles que esta tiene. Las redes informáticas que soportan este auge mas las exigencias de todos los usuarios que a diario hacen uso de ella, deben administrar de forma racional aquellas aplicaciones que agreguen demasiada demanda del ancho de banda sobre las otras que no tengan mucho acceso previniendo que usuarios no tan exigentes puedan también disfrutar de diversos servicios con eficiencia y calidad, evitando el desbordamiento y perdida de paquetes en los dispositivos de red. Tantas peticiones de distintas clases de servicios ó grandes cantidades de información generan un tráfico de datos en la red por la cual viajan provocando una disminución a la calidad de los servicios a los que puede tener acceso un usuario, si esta no tiene implementada una metodología de encolamiento sobre los dispositivos activos de red para la priorización de los paquetes de información que se encuentran establecidos o que son requeridos como preferenciales para el uso de la red.

Para evitar este tipo de problema Cisco permite suministrar metodologías basadas en QoS en su set de dispositivos aumentando el desempeño sobre la red sin necesidad de aumentar el ancho de banda cuando los usuarios soliciten grandes lotes de información, esta solución a nivel de software se aplican con el propósito de ordenar el tráfico de la red basado en el uso de las disciplinas de colas apropiadas para las aplicaciones que dispongan de altos disponibilidad de ancho de banda para cuando se necesiten, lo cual se logra dándole una priorización a los servicios que posean más importancia contra otros en una conexión, es decir, al implementar QoS se tiene control sobre los recursos, añadiendo eficiencia a cada uno, dependiendo de la

prioridad frente al otro en la red, y ayudando a reducir las latencias generadas en aplicaciones que requieren un tiempo de respuesta corto. A partir del anterior, la presente monografía de grado se basa en realizar un manual de soporte para la administración y mantenimiento de una red informática.

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE CALIDAD DE SERVICIO

1.1 QOS (QUALITY OF SERVICE)

Se refiere a la calidad en la transmisión y recepción de información extremo a extremo a través de una red de datos. QoS es un concepto abstracto y subjetivo, no es una medida estandarizada.

El objetivo fundamental de QoS es proporcionar un mejor servicio a ciertos flujos de datos. Se hace mediante la priorización los paquetes entre sí, dependiendo de su naturaleza y asegurando la exitosa recepción de cada paquete a su destino.

Fundamentalmente, la calidad de servicio le permite ofrecer un mejor servicio a determinados flujos. Esto se hace ya sea elevando la prioridad de un flujo o limitar la prioridad de otro flujo. Al utilizar herramientas de gestión de la congestión, se intenta aumentar la prioridad de un flujo de cola y el servicio de colas de diferentes maneras. La herramienta de gestión de colas utilizadas para evitar la congestión aumenta la prioridad por abandono de menor prioridad antes de los flujos de las corrientes de mayor prioridad.

El protocolo de comunicación IPv4 (Internet Protocol Version 4) contiene especificaciones que permiten ejercer ser manejadas por los enrutadores al momento de implementar QoS. Sin embargo, en los últimos años, se han estado afinando detalles acerca de un nuevo estándar para el protocolo de Internet (IP), éste es llamado IPv6 (Internet Protocol Version 6), el cual contiene nuevas y reestructuradas especificaciones para ejercer QoS. Al contar con QoS, es posible asegurar una correcta entrega de la información necesaria o crítica, para ámbitos empresariales o institucionales, dando preferencia a aplicaciones de desempeño crítico, donde se comparten simultáneamente los recursos de red con otras aplicaciones no críticas. QoS

hace la diferencia, al prometer un uso eficiente de los recursos ante la situación de congestión, seleccionando un tráfico específico de la red, priorizándolo según su importancia relativa, y utilizando métodos de control y evasión de congestión para darles un tratamiento preferencial.

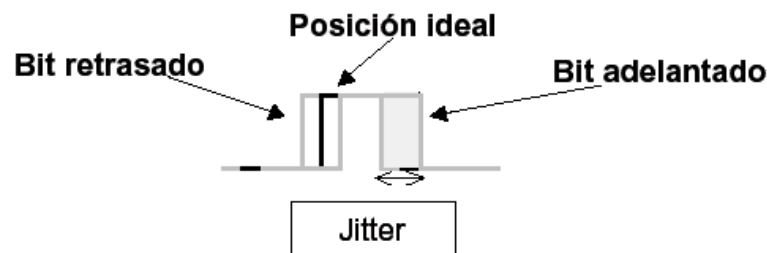
Implementando QoS en una red, hace al rendimiento de la red más predecible, y a la utilización de ancho de banda más eficiente.

1.1.1 Parámetros que definen QoS

1.1.1.1 Ancho de Banda: El ancho de banda es la máxima cantidad de datos que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento dado, normalmente medido en segundos. Cuanto mayor sea el ancho de banda, más datos podrán circular por este.

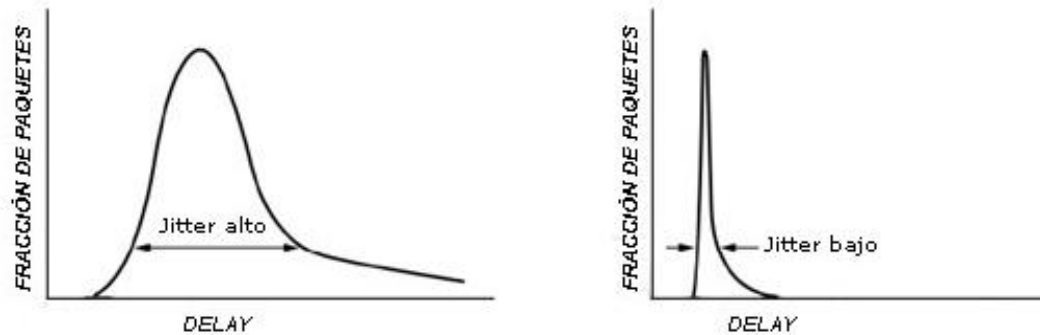
1.1.1.2 Jitter: Es el efecto de desplazamiento de la señal o bit con la posición ideal que debería ocupar en el tiempo.

Figura 1. Posiciones del Jitter



Fuente: Autores

Figura 2. Jitter alto y bajo



Fuente: Autores

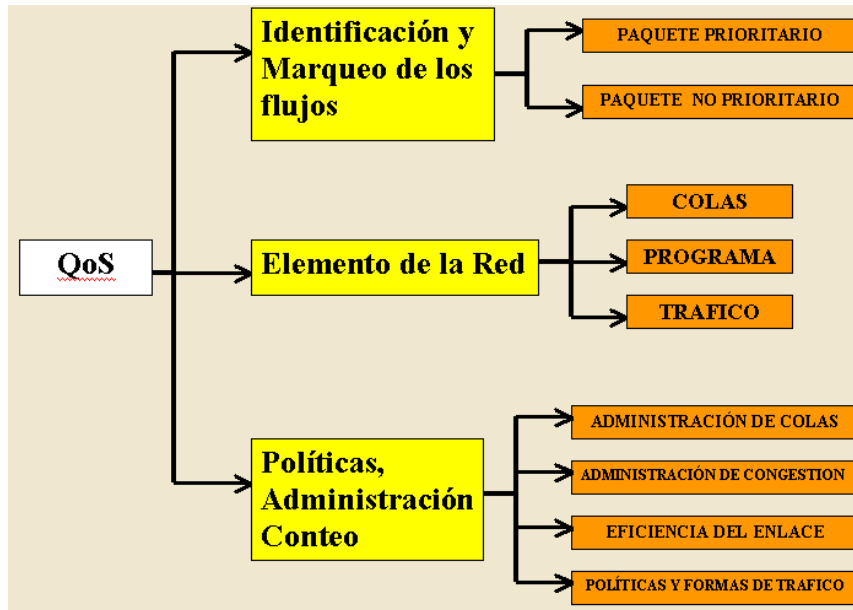
1.1.1.3 Estado latente de la red: Se refiere al nivel de tráfico a través del tiempo. Esta información es útil especialmente en el tránsito de tráfico de tiempo real e interactivo.

1.1.1.4 Pérdida de paquete: Se refiere a los paquetes de datos que son desechados cuando las colas de tráfico están colapsadas, perdiéndose información en el camino.

1.2 ARQUITECTURA

Es la forma en que van implementados los procedimientos que hacen parte de QoS; así como toda la estructura interna que de acuerdo al trato que se le den a los paquetes de datos y dependiendo de qué políticas se les aplique o que estrategias que se le asignen; estos van a influir en el rendimiento de la red computacional.

Figura 3. Diagrama del proceso de QoS en una red

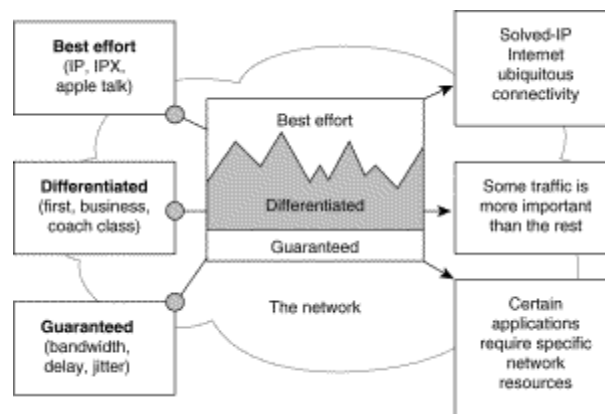


Fuente: Cisco Derechos reservados de la academia local UTS.

1.3 NÍVELES DE CALIDAD DE SERVICIO

Existen tres niveles de calidad de servicio. Estos pueden ser elegidos según los intereses de los usuarios. Los niveles son:

Figura 4. Niveles de servicio en una red



Fuente: Cisco Derechos reservados de la academia local UTS.

1.3.1 Servicio Mejor Esfuerzo (Best-effort service)

En este modelo todos los paquetes son tratados de la misma forma sin prestar importancia el tipo de paquete voz, video y datos. No requiere de configuración especial de QoS

1.3.2 Servicio Diferenciado o QoS suave

No puede proveer un absoluto servicio garantizado. No utiliza señalización, es basado en PHB, que significa que cada salto en una red debe ser programado para proveer un específico nivel de servicio para cada clase de tráfico. Este modelo es mas escalable porque la señalización y el estado de monitoreo (overhead) para cada flujo no es necesario. Acá el tráfico de entrada es clasificado y marcado y las clases de tráficos y políticas son definidas basadas en los requerimientos solicitados, donde se debe elegir el nivel de servicio para cada clase de tráfico.

1.3.3 Servicio Garantizado o QoS fuerte

Es basado sobre explicita señalización y administración/reservación de recursos de red para aplicaciones que la necesitan y demandan de esta. RSVP es el protocolo de señalización que se utiliza. Una aplicación que tiene un BW específico debe esperar que RSVP corra a través de la ruta desde la fuente a destino, salto a salto y requerir la reserva de BW para la aplicación. Si RSVP reservo el BW en forma exitosa a través de la ruta, la aplicación puede comenzar a operar, si no es exitosa la aplicación no puede funcionar. El trafico perteneciente a una aplicación que ha reservado recursos deben ser clasificados y reconocidos por los router de transito, por lo tanto, se pueden entregar servicios apropiados a estos paquetes y aplicar. Tiene como ventajas Recursos de control de admisión explicito de extremo a extremo, implementación de Políticas de control de admisión por requerimiento y Señalización de número de puertos dinámicos.

1.4 PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO: EIGRP (ENHANCED INTERIOR GATEWAY ROUTING PROTOCOL) Ó (PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO DE PASARELA INTERIOR MEJORADO).

Este es un protocolo que posee las ventajas del protocolo vector distancia y estado de enlace, denominado como vector distancia avanzado desarrollado por Cisco el cual se utiliza en grandes redes multiprotocolo para evitar el consumo de los recursos de la red en actualizaciones periódicas con otros dispositivos sino realizando actualizaciones parciales e incrementales a los routers que necesiten la información no con todos los routers, a través de pequeños paquetes para mantener la comunicación entre sí. Este tiene las siguientes características: su modo de configuración es fácil, soporta que su máscara de red sea variable, tiene alta convergencia en sus tiempos para compartición con otros protocolos como OSPF ó RIP, mejor escalabilidad, uso eficiente del ancho de banda, compatibilidad con VLSM y CIDR.

Se utilizará este protocolo en los siguientes laboratorios para suministrar calidad de servicio debido a que se necesita que los routers reaccionen rápidamente ante los cambios que se generen a la medida que los usuarios requieran disponibilidad de ancho de banda para las aplicaciones y porque es el protocolo ideal para suministrar QoS en la actualidad.

2. DISCIPLINAS DE COLAS EN PROCESO DE CONTROL DE TRÁFICO

En las redes informáticas uno de los frecuentes problemas es el manejo que se le da a cierta cantidad de recursos que son compartidos a usuarios, aplicaciones y clases de servicios que compiten por dichos recursos

Una disciplina de cola apunta encontrar el balance entre la complejidad, control y equilibrio, buscando dar un manejo a la congestión de paquetes de una red. Hay variedades de disciplinas de colas asociadas a cada dispositivo

de una red y su funcionamiento radica en un algoritmo que controla las colas, es decir, como son tratados los paquetes encolados en un dispositivo de control de tráfico; como lo es un router.

Los requerimientos básicos de una disciplina de colas son:

Protección entre clases de servicios, de manera un pobre desempeño de una clase de servicio en una cola, no afecte a otras clases de servicios en las otras colas.

Manejo inteligente de ancho de banda, de manera que cuando un tipo de servicio no lo esté usando, este pueda ser utilizado por otra clase de servicio.

Distribución de ancho de banda a cada uno de las diferentes clases de servicios que compiten por el ancho de banda del puerto de salida.

El manejo de congestión en una red informática es un término generalmente usado para nombrar los distintos tipos de estrategia de encolamiento que se utilizan para manejar situaciones donde la demanda de ancho de banda solicitada por las aplicaciones excede el ancho de banda total de la red, controlando la inyección de tráfico a la red, para que ciertos flujos tengan prioridad sobre otros. Por consiguiente se van a explicar los tipos de encolamiento usados típicamente por CISCO, y de los cuales van a ser implementados en posteriores laboratorios.

2.1 COLAS FIFO (FIRST IN – FIRST OUT)

Figura 5. Esquema de funcionamiento de la cola FIFO

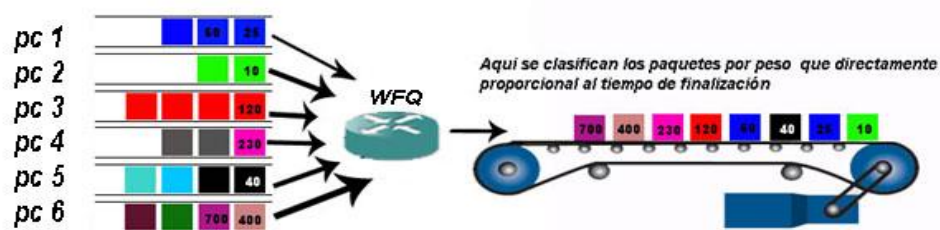


Fuente: Autores

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 datos¹. Si llegan más paquetes cuando la cola está llena, éstos son descartados. No tiene mecanismos de diferenciación de paquetes.

2.2 WFQ (WEIGHTED FAIR QUEUEING)

Figura 6. Esquema de funcionamiento de la cola WFQ



Fuente: Autores

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 ésta.

¹ Sebastián Andrés Álvarez Moraga, Agustín José González Valenzuela, Estudio y configuración de calidad de servicio para protocolos ipv4 e ipv6 en una red de fibra óptica wdm, Valparaíso, 2005, pág. 104-113

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.

WFQ, es un algoritmo basado en timestamp donde los paquetes son enviados en el orden de sus tiempos de finalización (*finish times*). Para calcular dichos tiempos WFQ almacena dos variables (asumiendo que los pesos para todas las colas son iguales a "1").

- Número de turno actual.

- Tiempo de finalización (información del estado del paquete almacenada por cola)

El número de turno actual es el número asignado al servicio de cada cola y refleja la cantidad de tráfico a enviar en cada cola.¹⁹ Para calcular el tiempo final (F_i) en cada cola i , se supone un paquete de longitud L , que llega cuando la cola está vacía y tiene un número de turno R . El tiempo final para cada paquete corresponde entonces al tiempo de transmisión del último bit del paquete ($F_i = R + L$). El paquete será enviado por el algoritmo WFQ únicamente cuando el tiempo de finalización sea menor en comparación con los tiempos calculados en las otras colas. Por esta razón, el WFQ da mayor prioridad a flujos de tráfico cuyos paquetes sean más pequeños, en relación con los de otros flujos. Cuando se asignan pesos a las colas este peso entra a ser parte de la expresión para calcular el tiempo final, por lo tanto una asignación de peso alta conlleva un tiempo de finalización pequeño y por ende mayor ancho de banda para el tráfico del flujo. Se puede resumir la operación de WFQ en cuatro pasos:

- Cuando el paquete llega, es clasificado y ubicado en la cola respectiva.

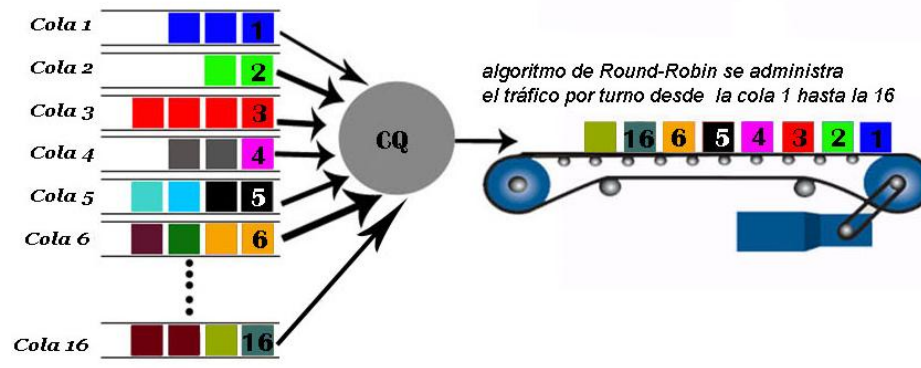
- El número de turno se recalcula.

- El tiempo de finalización del paquete se calcula
- Se envía el paquete con el menor tiempo de finalización.

En resumen este tipo de algoritmos de planificación es muy bueno en lo referente al retraso total del paquete, pero su implementación es muy compleja, lo que hace que el costo computacional sea alto².

2.3 CQ (CUSTOM QUEUEING)

Figura 7. Esquema de funcionamiento de la cola CQ



Fuente: Autores

Este tipo de algoritmo trabaja con 17 colas; la cola 0 es utilizada para llevar información del sistema y las colas de la 1 a la 16 se pueden asignar a tráfico de los usuarios. CQ funciona enviando paquetes mediante una atención round robin de manera secuencial, atendiendo todas las colas configuradas turno por turno. El algoritmo permite definir la cantidad de bytes a enviar en cada turno, y con esto se puede asignar mayor ancho de banda a una cola determinada.³ Se debe ser muy cuidadoso en el cálculo de los bytes a enviar, ya que dicha cantidad se relaciona con el tamaño de paquete que maneje el

² Juan Carlos Cuellar Quiñones. Algoritmos de planificación de redes de paquetes, Colombia, pág. 91 – 120.

³ Cisco Systems. *Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide*, 2003.

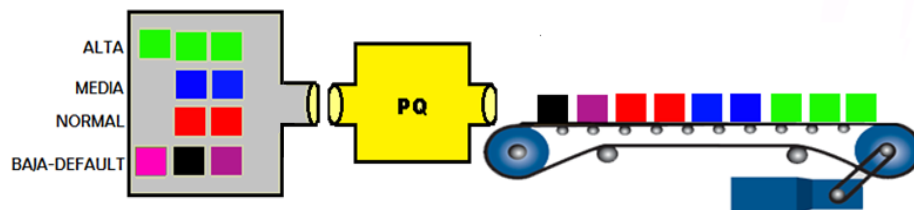
protocolo que utiliza la cola. Adicionalmente se configura una cola por omisión en la cual se almacena y envía todo el tráfico que no ha sido tenido en cuenta en las otras colas que se han configurado.

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.

En los próximos laboratorios se clasificará el tráfico en varias colas basados en el tipo de información que va a ser seleccionada usando listas de acceso (access list).

2.4 PQ (PRIORITY QUEUEING)

Figura 8. Esquema de funcionamiento de la cola PQ



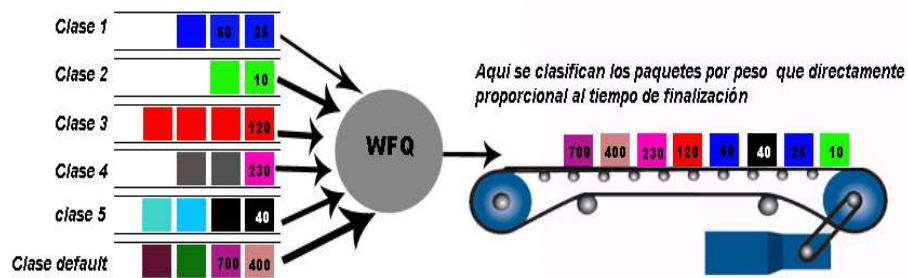
Fuente: Autores

Consiste en un conjunto de colas, clasificadas desde alta a baja prioridad. Cada paquete es asignado a una de estas colas, las cuales son servidas en estricto orden de prioridad. Las colas de mayor prioridad son siempre atendidas primero, luego la siguiente de menor prioridad y así. Si una cola de menor prioridad está siendo atendida, y un paquete ingresa a una cola de mayor prioridad, ésta es atendida inmediatamente. Este mecanismo se ajusta

a condiciones donde existe un tráfico importante, pero puede causar la total falta de atención de colas de menor prioridad (starvation).

2.5 CBWFQ (CLASS-BASED WEIGHTED FAIR QUEUEING)

Figura 9. Esquema de funcionamiento de la cola CBWFQ



Fuente: Autores

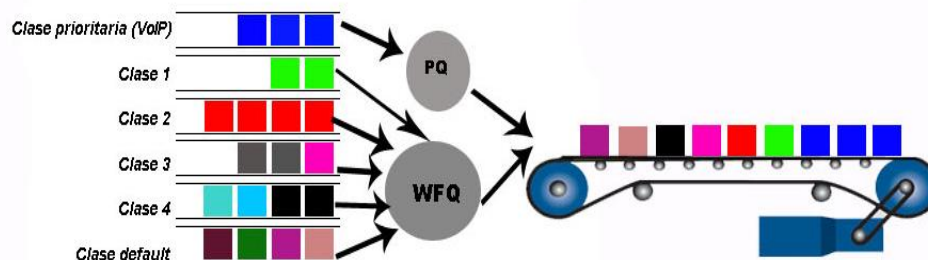
CBWFQ permite definir clases de tráfico por usuario, y al administrador establecer un criterio para identificar el tráfico que depende de la clase a que éste pertenezca, y así asignar ancho de banda, peso y máxima longitud de transmisión del paquete. WFQ tiene algunas limitaciones de escalamiento, ya 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 analiza. 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 de 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 sí 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 pueden 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.⁴

El ancho de banda asignado a una clase es garantizado durante periodos de congestión. La suma de todos los anchos de banda de los flujos que van a salir por una interfaz no debe superar el 75% del ancho de banda disponible en dicha interfaz, el 25% restante es usado Para información de control como tráfico de enrutamiento, encabezados de niveles 2 y 3.

2.6 LLQ (LOW LATENCY QUEUING)

Figura 10. Esquema de funcionamiento de la cola LLQ



Fuente: Autores

El Encolamiento de Baja Latencia (LLQ: Low-Latency Queueing) es una mezcla entre Priority Queueing y Class-Based Weighted-Fair Queueing. Es actualmente el método de encolamiento recomendado para Voz sobre IP (VoIP) y Telefonía IP, 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

⁴ Sebastián Andrés Álvarez Moraga, Agustín José González Valenzuela, Estudio y configuración de calidad de servicio para protocolos ipv4 e ipv6 en una red de fibra óptica wdm, Valparaíso, 2005, pág. 104-113

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.⁵

3. INSTALACIÓN Y CONFIGURACION DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE

3. 1 ADQUISICIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LINUX MÁS APROPIADA PARA EL USO DEL GNS3.

Para poder aprovechar al máximo el desempeño de la herramienta de simulación gráfica GNS3, se ha escogido la plataforma de software libre GNU/Linux Ubuntu 9.10 (Karmic Koala), frente a otras plataformas comerciales como lo son: Microsoft Windows OS y Mac OS X, debido a que esta fue desarrollada bajo software libre para distribuciones como Linux permitiendo así que los IOS de los Routers reales de Cisco puedan trabajar sin saturaciones ni limitaciones.

Aunque las anteriores distribuciones comerciales permiten trabajar con la herramienta; estas necesitan que el computador que soporte el programa tenga requerimientos altos de máquina para poder desplegar un buen desempeño y que el usuario instale y compile otras dependencias necesarias para poder hacer uso de ella.

⁵ Sebastián Andrés Álvarez Moraga, Agustín José González Valenzuela, Estudio y configuración de calidad de servicio para protocolos ipv4 e ipv6 en una red de fibra óptica wdm, Valparaíso, 2005, pág. 104-113

La plataforma GNU/Linux Ubuntu 9.10, ofrece una suite de repositorios capaces de generar una instalación ó desinstalación exitosa sin problemas para cualquier tipo de aplicación que el usuario requiera; se escoge este sistema operativo porque tiene un entorno de trabajo amigable, no necesita de grandes características computacionales para instalar su sistema base, además administra muy bien las capacidades de operación sobre la memoria evitando la posibilidad de embotellamientos y saturaciones cotidianas como en otros sistemas operativos, mezclado a esto la herramienta despliega su máximo desempeño sobre distribuciones de software libre haciendo posible trabajar en máquinas de requerimientos mínimos. Además por ser pionero en la facilidad para interactuar con usuarios de distintas edades haciendo que la interacción usuario máquina sea muy cómoda y divertida.

A continuación se detallan los requerimientos mínimos que se necesitan para la instalación física de los sistemas operativos: Microsoft Windows 7 y GNU/Linux Ubuntu 9.10 (Karmic Koala) en un computador para trabajar con ellos.

Tabla 1. Requerimientos mínimos de máquina.

Sistema Operativo	Memoria RAM	Espacio en Disco	Procesador	Tarjeta Gráfica
Windows 7 (32bits)	1024MB	5 ~ 6GB	2.0GHz x86(32bits)	VGA 1024x768
Ubuntu 9.10 (32bits)	256MB	3GB	1.0GHz x86(32bits)	VGA 1024x768

Fuente: Autores.

Además Ubuntu ofrece al usuario la experiencia de poder instalarlo y trabajar a través de otra clase de instalaciones como:

- Wubi: es el instalador para usuarios Windows que deseen interactuar con ambientes Linux e instalarlo en el computador sin necesidad de formatearlo o generar particiones en disco sin correr el riesgo de perder información.
- LiveUSB: es una herramienta que permite al usuario cargar y trabajar Ubuntu desde una memoria USB dejando guardar configuraciones e instalar aplicaciones haciéndolo portable.
- Live CD/DVD personalizado: es un CD/DVD arrancable el cual posee el sistema base y las aplicaciones que el usuario solo necesite trabajar en Ubuntu desde una Unidad de CD/DVD en el computador.
- CD de instalación mediante red: es una imagen ISO que permite al usuario descargar los paquetes del sistema base de Ubuntu y elegir luego las demás aplicaciones que desee instalar.

Se opta por el sistema operativo Linux Ubuntu 9.10 por su estabilidad y alto desempeño con la herramienta así como la facilidad que ofrece la distribución para la instalación de paquetes a través de la aplicación **Centro de software de Ubuntu** ó también desde una Terminal de línea de comandos donde se puede instalar, actualizar, configurar y remover aplicaciones.

Para hacer una instalación, desinstalación, actualización ó quitar de una aplicación en una Terminal de línea de comandos es sencillo, solo el usuario debe ejecutar el comando **apt-get** (Advanced Packaging Tool) más el nombre de lo deseado y Ubuntu automáticamente estando conectado a internet descargará y compilará la ejecución dada por la persona, ejemplo: **sudo apt-**

get install gns3. Donde sudo corresponde a los permisos concedidos a un usuario dentro de Ubuntu para poder administrar totalmente el sistema operativo; apt-get es la herramienta de línea de comando que permite desempeñar la función deseada por el usuario; install es la orden específica que usada en conjunto con las demás generan la instalación; gns3 es la aplicación que desea obtener el usuario.

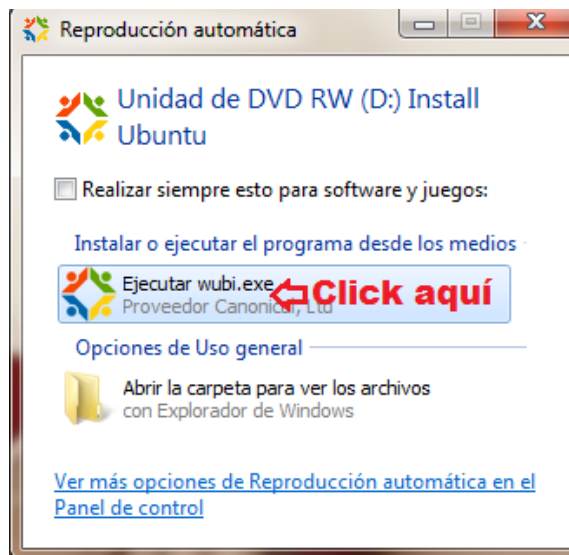
De esta manera existe todo un set de líneas de comando que el usuario puede utilizar dada la circunstancia como lo son: para quitar una aplicación **sudo apt-get remove gns3**; para actualizar el sistema **sudo apt-get update**; para más información sobre el uso de esta línea de comando el usuario puede digitar en una terminal de comandos la opción **apt-get help**, en donde podrá leer el manual de uso de la misma.

3.2 INSTALACIÓN DE UBUNTU 9.10 EN UNA MÁQUINA CON SISTEMA OPERATIVO WINDOWS

La instalación de la Plataforma GNU/Linux Ubuntu 9.10, en una máquina que tenga el Sistema Operativo Microsoft Windows corriendo, se lleva a cabo de la siguiente manera:

3.2.1 Paso #1: Inserte el CD ROM con la distribución de Linux Ubuntu-9.10-desktop-i386.iso. Una vez insertado se dispara automáticamente el instalador contenido en el CD ROM, proporcionándonos un menú de opciones que posee Ubuntu antes de la instalación en el disco duro del computador. De no ser así se procede a dar doble click sobre el icono que aparece en la unidad de CD/DVD.

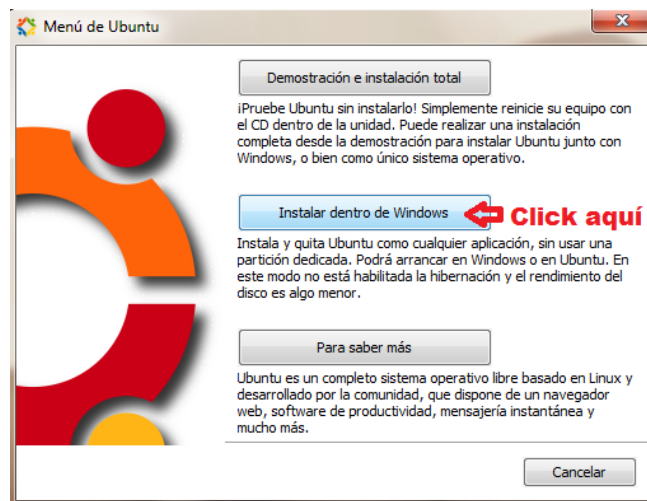
Figura 11. Figura Auto ejecutable.



Fuente: Autores.

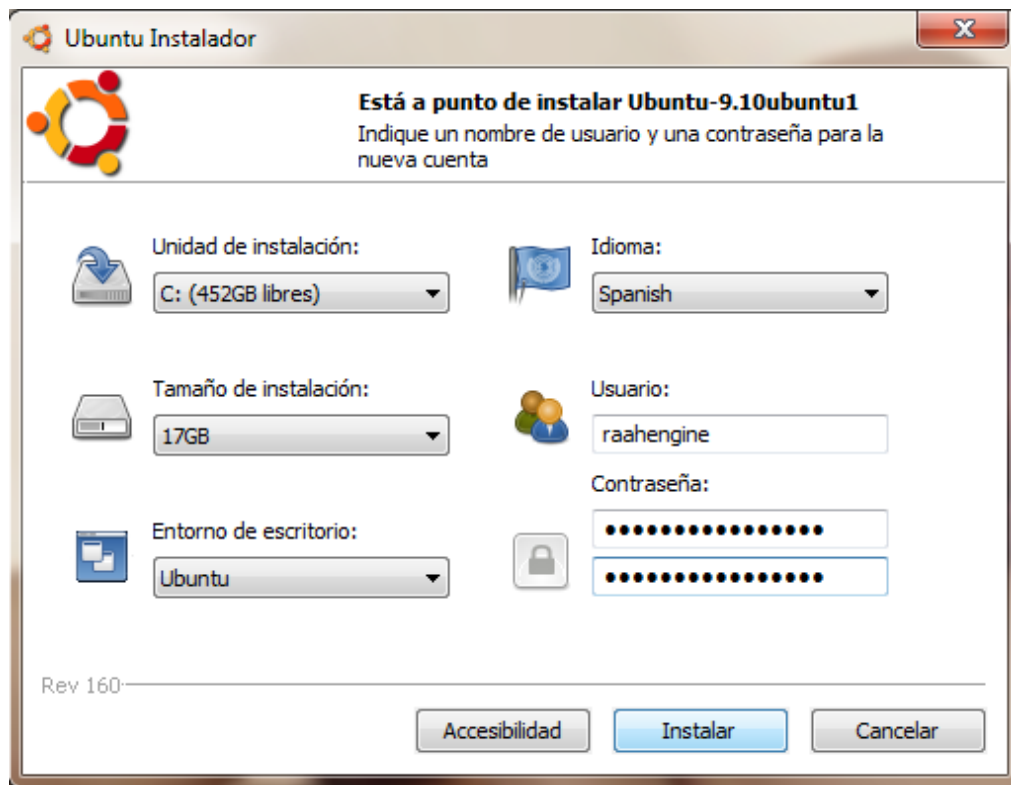
3.2.2 Paso #2: El instalador de Ubuntu presenta varias opciones. Una vez leído las opciones que ofrece el menú Ubuntu seleccionamos Instalar dentro de Windows

Figura 12. Instalar wubi.



Fuente: Autores.

Figura 13. Usuario y contraseña.

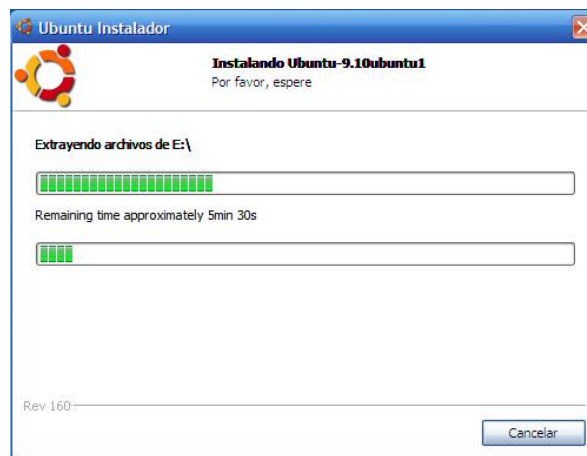


Fuente: Autores.

En este paso de la instalación podemos seleccionar la unidad de instalación donde quedará Ubuntu es decir si el usuario posee uno a mas Discos Duros en su máquina, él escogerá el de su conveniencia sea C:\ D:\ E:\. El tamaño que dispondrá para la instalación de Ubuntu, el idioma de su preferencia, nombre de usuario y su respectiva contraseña.

3.2.3 Paso #3: Una vez realizado la respectiva configuración personal se le da click en el botón instalar.

Figura 14. Instalación en proceso.

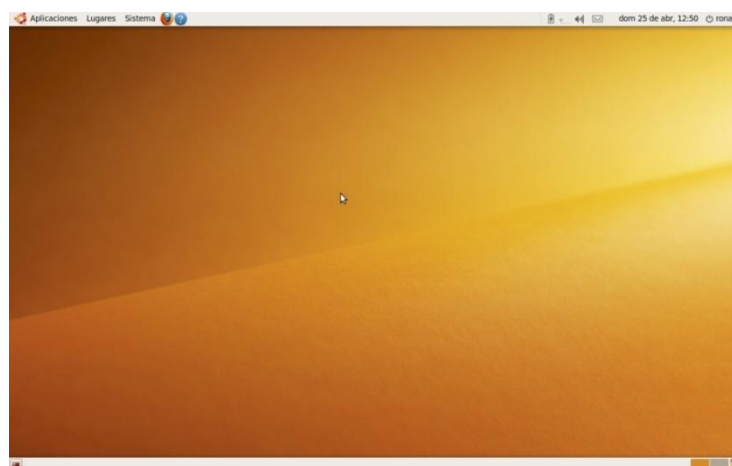


Fuente: Autores.

El instalador empieza a desempaquetar toda la configuración seleccionada por el usuario, mostrando el avance de la instalación. De esta forma queda instalado Ubuntu y listo para trabajar en un computador dentro de Windows. El paquete instala por defecto el entorno GNOME.

A continuación se muestra el entorno de trabajo GNOME una vez el usuario arranque la sesión de trabajo en Karmic Koala.

Figura 15. Entorno GNOME en Ubuntu.

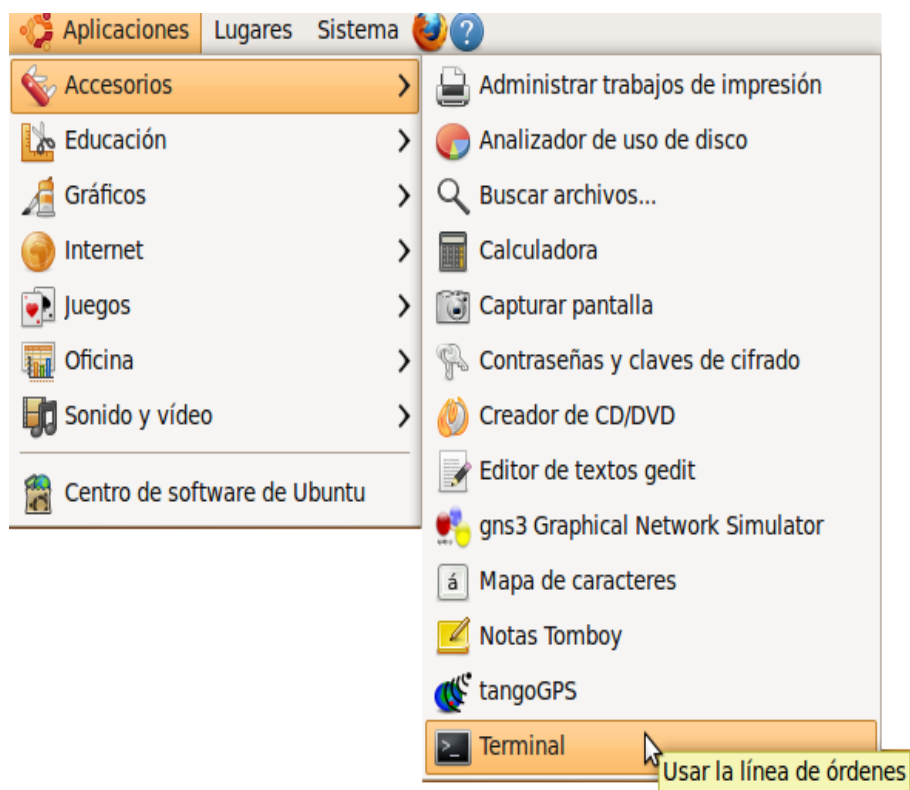


Fuente: Autores.

3.3 INSTALACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN GRÁFICA DE REDES GNS3.

Una vez instalado el sistema operativo Ubuntu, se procede a la instalación de la aplicación GNS3, a través de una terminal de comandos propia del sistema operativo.

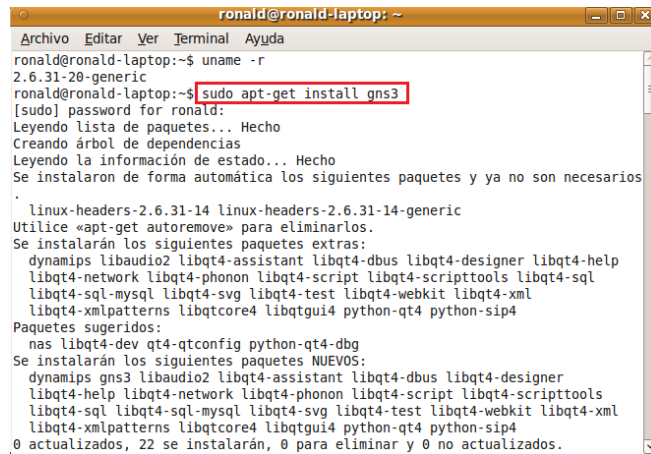
Figura 16. Terminal de comandos.



Fuente: Autores.

Una vez dentro de la terminal de comandos digitamos el siguiente comando **sudo apt-get install gns3** para realizar la instalación del GNS3 en Ubuntu.

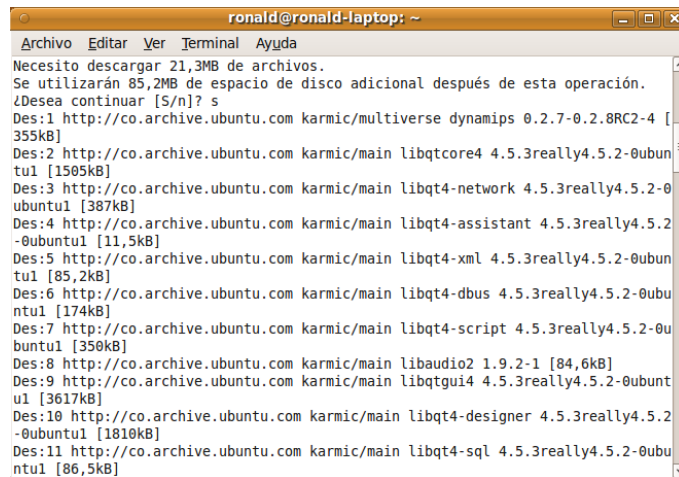
Figura 17. Línea de comando.



```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
ronald@ronald-laptop:~$ uname -r  
2.6.31-20-generic  
ronald@ronald-laptop:~$ sudo apt-get install gns3  
[sudo] password for ronald:  
Leyendo lista de paquetes... Hecho  
Creando árbol de dependencias  
Leyendo la información de estado... Hecho  
Se instalaron de forma automática los siguientes paquetes y ya no son necesarios  
.  
  linux-headers-2.6.31-14 linux-headers-2.6.31-14-generic  
Utilice «apt-get autoremove» para eliminarlos.  
Se instalarán los siguientes paquetes extras:  
  dynamips libaudio2 libqt4-assistant libqt4-dbus libqt4-designer libqt4-help  
  libqt4-network libqt4-phonon libqt4-script libqt4-scripttools libqt4-sql  
  libqt4-sql-mysql libqt4-svg libqt4-test libqt4-webkit libqt4-xml  
  libqt4-xmlpatterns libqtcore4 libqtgui4 python-qt4 python-sip4  
Paquetes sugeridos:  
  nas libqt4-dev qt4-qtconfig python-qt4-dbg  
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:  
  dynamips gns3 libaudio2 libqt4-assistant libqt4-dbus libqt4-designer  
  libqt4-help libqt4-network libqt4-phonon libqt4-script libqt4-scripttools  
  libqt4-sql libqt4-sql-mysql libqt4-svg libqt4-test libqt4-webkit libqt4-xml  
  libqt4-xmlpatterns libqtcore4 libqtgui4 python-qt4 python-sip4  
0 actualizados, 22 se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
```

Fuente: Autores.

Figura 18. Búsqueda de repositorios y paquetes.

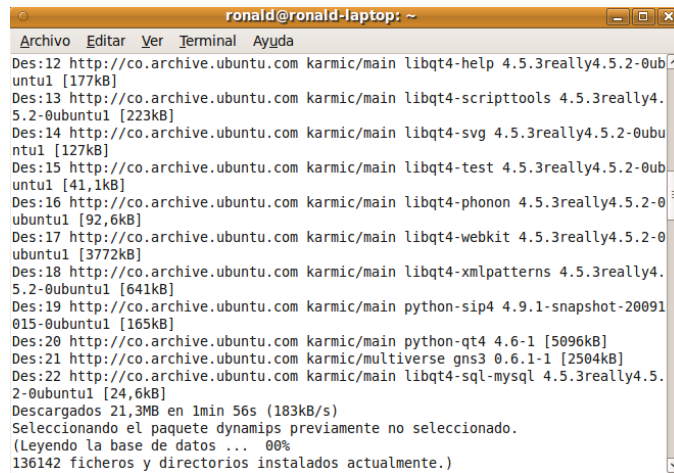


```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
Necesito descargar 21,3MB de archivos.  
Se utilizarán 85,2MB de espacio de disco adicional después de esta operación.  
¿Desea continuar [S/n]? s  
Des:1 http://co.archive.ubuntu.com karmic/multiverse dynamips 0.2.7-0.2.8RC2-4 [355kB]  
Des:2 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqtcore4 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [1505kB]  
Des:3 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-network 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [387kB]  
Des:4 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-assistant 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [11,5kB]  
Des:5 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-xml 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [85,2kB]  
Des:6 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-dbus 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [174kB]  
Des:7 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-script 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [350kB]  
Des:8 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libaudio2 1.9.2-1 [84,6kB]  
Des:9 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqtgui4 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [3617kB]  
Des:10 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-designer 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [1810kB]  
Des:11 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-sql 4.5.3really4.5.2-0ubuntu1 [86,5kB]
```

Fuente: Autores.

Automáticamente Ubuntu se conecta directamente con su servidor ftp, donde se encuentran los repositorios y librerías necesarias para una instalación exitosa de la herramienta.

Figura 19. Descarga de paquetes.

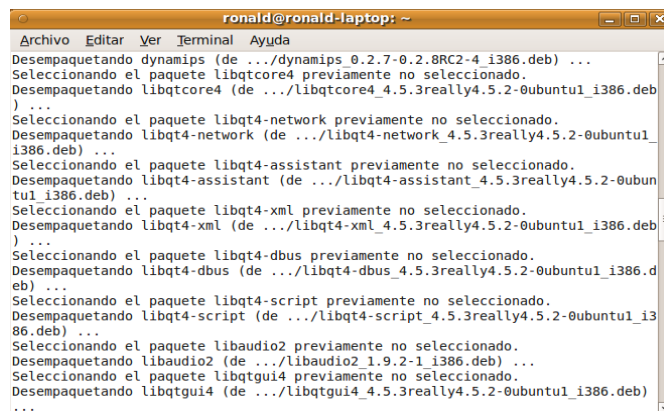


```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
Des:12 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-help 4.5.3really4.5.2-0ubu  
ntu1 [177kB]  
Des:13 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-scripttools 4.5.3really4.  
5.2-0ubuntu1 [223kB]  
Des:14 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-svg 4.5.3really4.5.2-0ubu  
ntu1 [127kB]  
Des:15 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-test 4.5.3really4.5.2-0ubu  
ntu1 [41,1kB]  
Des:16 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-phonon 4.5.3really4.5.2-0  
ubuntu1 [92,6kB]  
Des:17 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-webkit 4.5.3really4.5.2-0  
ubuntu1 [3772kB]  
Des:18 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-xmlpatterns 4.5.3really4.  
5.2-0ubuntu1 [641kB]  
Des:19 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main python-sip4 4.9.1-snapshot-20091  
015-0ubuntu1 [165kB]  
Des:20 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main python-qt4 4.6-1 [5096kB]  
Des:21 http://co.archive.ubuntu.com karmic/multiverse gns3 0.6.1-1 [2504kB]  
Des:22 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libqt4-sql-mysql 4.5.3really4.5.  
2-0ubuntu1 [24,6kB]  
Descargados 21,3MB en 1min 56s (183kB/s)  
Seleccionando el paquete dynamips previamente no seleccionado.  
(Leyendo la base de datos ... 00%)  
136142 ficheros y directorios instalados actualmente.)
```

Fuente: Autores.

Nota: el usuario debe estar conectado a internet para realizar la anterior actividad.

Figura 20. Desempaquetado de paquetes descargados.

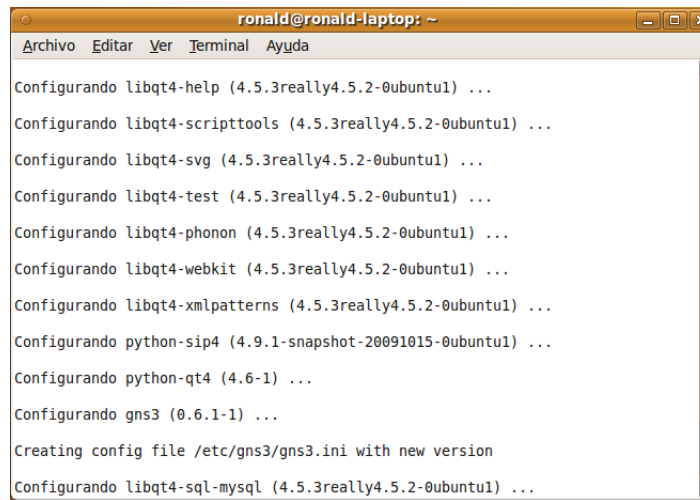


```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
Desempaquetando dynamips (de ../dynamips_0.2.7-0.2.8RC2-4_i386.deb) ...  
Seleccionando el paquete libqtcore4 previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqtcore4 (de ../libqtcore4_4.5.3really4.5.2-0ubuntu1_i386.deb  
) ...  
Seleccionando el paquete libqt4-network previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqt4-network (de ../libqt4-network_4.5.3really4.5.2-0ubuntu1_  
i386.deb) ...  
Seleccionando el paquete libqt4-assistant previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqt4-assistant (de ../libqt4-assistant_4.5.3really4.5.2-0ubun  
tu1_i386.deb) ...  
Seleccionando el paquete libqt4-xml previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqt4-xml (de ../libqt4-xml_4.5.3really4.5.2-0ubuntu1_i386.deb  
) ...  
Seleccionando el paquete libqt4-dbus previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqt4-dbus (de ../libqt4-dbus_4.5.3really4.5.2-0ubuntu1_i386.d  
eb) ...  
Seleccionando el paquete libqt4-script previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqt4-script (de ../libqt4-script_4.5.3really4.5.2-0ubuntu1_i3  
86.deb) ...  
Seleccionando el paquete libaudio2 previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libaudio2 (de ../libaudio2_1.9.2-1_i386.deb) ...  
Seleccionando el paquete libqtgui4 previamente no seleccionado.  
Desempaquetando libqtgui4 (de ../libqtgui4_4.5.3really4.5.2-0ubuntu1_i386.deb)  
...  
...
```

Fuente: Autores.

De igual forma el sistema operativo Ubuntu también actualiza en este proceso algunos repositorios necesarios para el entorno gráfico que desplegará la herramienta. Librerías para ayudas y asistencia al usuario.

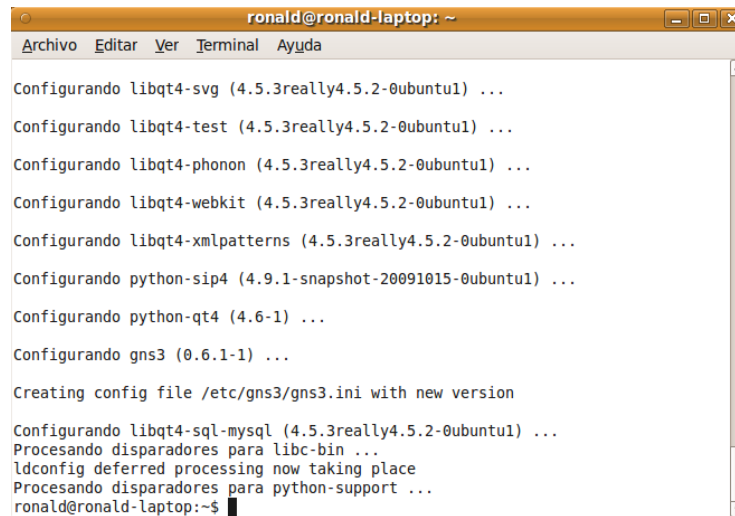
Figura 21. Configuración de paquetes.



```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
Configurando libqt4-help (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-scripttools (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-svg (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-test (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-phonon (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-webkit (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-xmlpatterns (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando python-sip4 (4.9.1-snapshot-20091015-0ubuntu1) ...  
Configurando python-qt4 (4.6-1) ...  
Configurando gns3 (0.6.1-1) ...  
Creating config file /etc/gns3/gns3.ini with new version  
Configurando libqt4-sql-mysql (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...
```

Fuente: Autores.

Figura 22. Instalación finalizada.



```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
Configurando libqt4-svg (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-test (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-phonon (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-webkit (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando libqt4-xmlpatterns (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Configurando python-sip4 (4.9.1-snapshot-20091015-0ubuntu1) ...  
Configurando python-qt4 (4.6-1) ...  
Configurando gns3 (0.6.1-1) ...  
Creating config file /etc/gns3/gns3.ini with new version  
Configurando libqt4-sql-mysql (4.5.3really4.5.2-0ubuntu1) ...  
Procesando disparadores para libc-bin ...  
ldconfig deferred processing now taking place  
Procesando disparadores para python-support ...  
ronald@ronald-laptop:~$
```

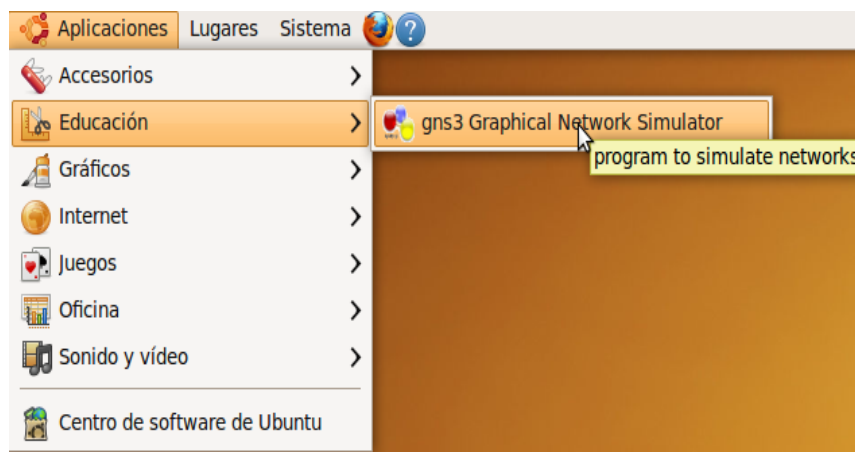
Fuente: Autores.

Con el anterior procedimiento queda instalado y listo GNS3 para ser utilizado por cualquier usuario que requiera de ella en Ubuntu Karmic Koala.

Cerramos la terminal de comandos con el comando **exit** o damos click en botón salir en la parte superior derecha de la ventana.

3.3.1 Introducir los IOS Reales de Routers Cisco en GNS3: Una vez instalada la herramienta en Ubuntu la ejecutamos por primera vez, mostrándonos dos pasos necesarios para su correcto funcionamiento.

Figura 23. Iniciar gns3.



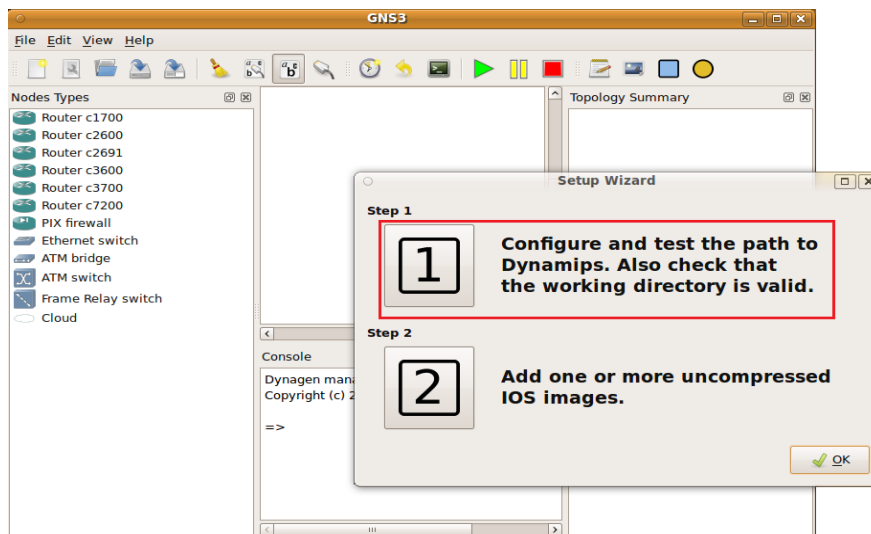
Fuente: Autores.

Muestra un menú de configuración ó Setup Wizard donde propone lo siguiente:

Primero configurar el directorio de ejecución del Dynamips dentro de Ubuntu para la herramienta, la carpeta de trabajo donde se alojarán los diferentes proyectos que se lleven a cabo y un puerto de conexión. Dar click en 1.

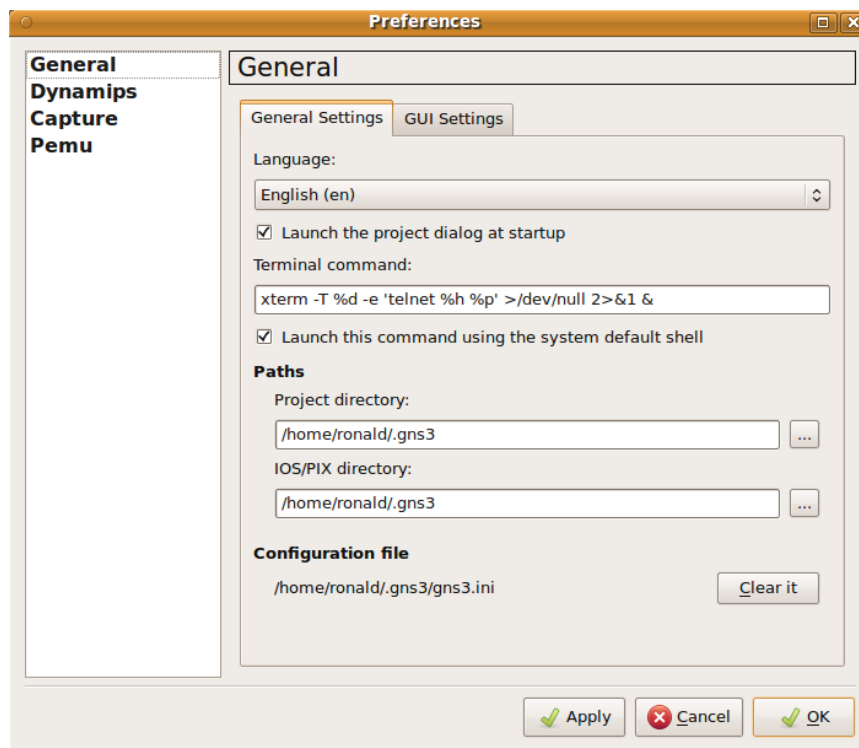
Segundo introducir las imágenes IOS de los Routers a utilizar en el simulador.

Figura 24. Setup Wizard opción 1.



Fuente: Autores.

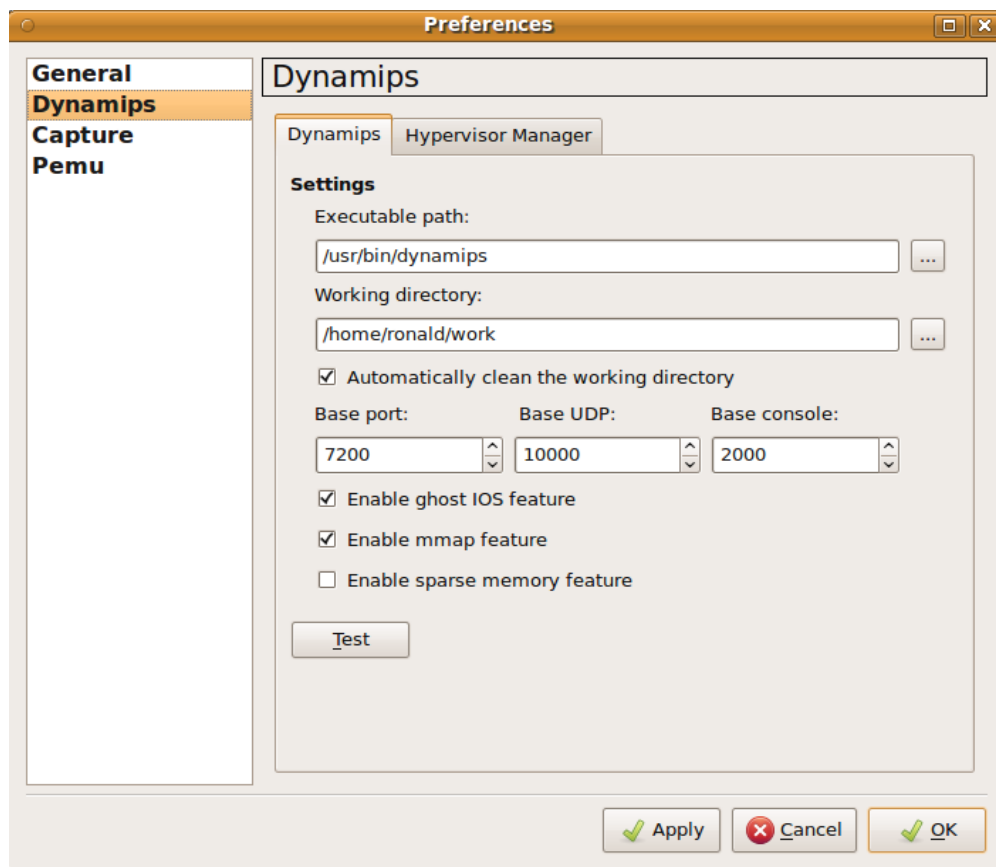
Figura 25. Opción General



Fuente: Autores.

La opción general permite seleccionar el idioma al usuario, ver la Shell que usa la herramienta para generar una terminal telnet, muestra las rutas o direcciones donde están almacenados los archivos de los proyectos dentro de Ubuntu, así como la ubicación donde se alojan los IOS de los Routers.

Figura 26. Opción Dynamips.

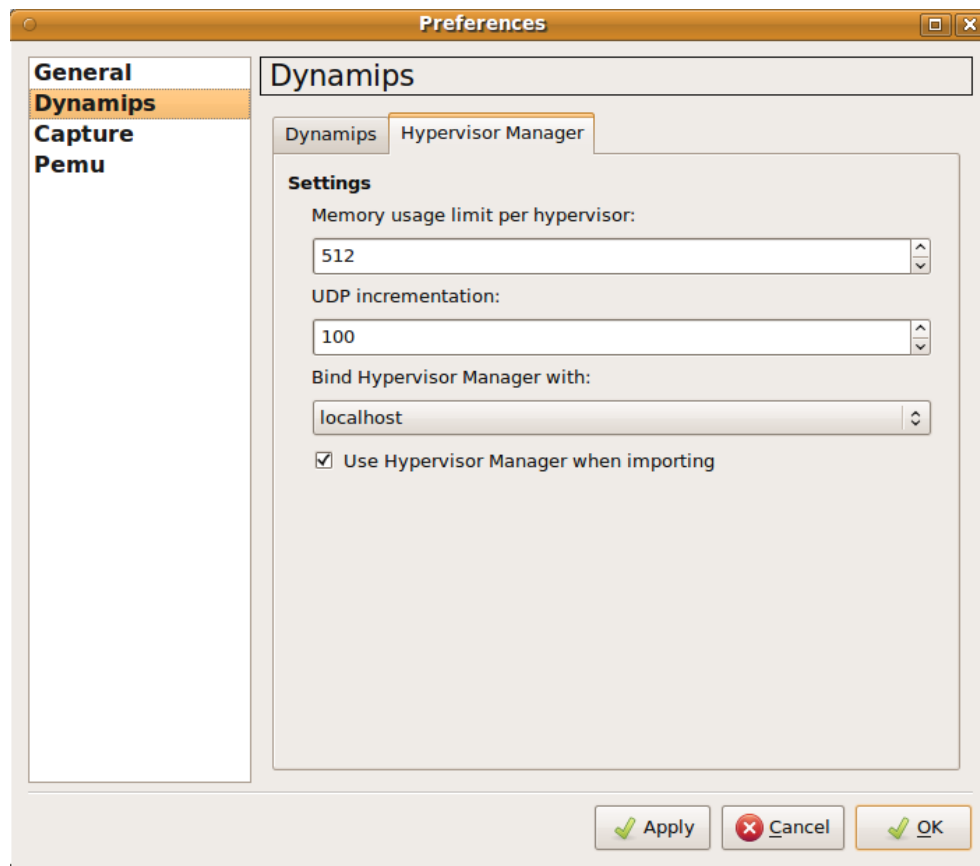


Fuente: Autores.

La opción Dynamips permite observar la ruta de arranque de gns3 en Ubuntu, la dirección de la carpeta de trabajo y los puertos asociados para el directorio de trabajo; en la siguiente pestaña administrador de hypervisor se puede colocar un límite de capacidad de memoria RAM que consumirán los dispositivos.

Pero, ¿Qué es Dynamips? GNS3 posee una interfaz gráfica llamada Dynagen, la cual despliega un alto contenido gráfico para facilitar al usuario la interpretación y buen uso de la herramienta permitiendo tener una interface grafica amigable, esta junto al Dynamips que es el programa interno ó core program del GNS3 que proporciona la emulación de los IOS reales de los Routers en un PC, se ejecuta internamente dejando crear topologías gráficas de redes al usuario por medio del Dynagen y poder ver consolas de texto donde pueda configurarse el dispositivo seleccionado.

Figura 27. Opción Hypervisor Manager.

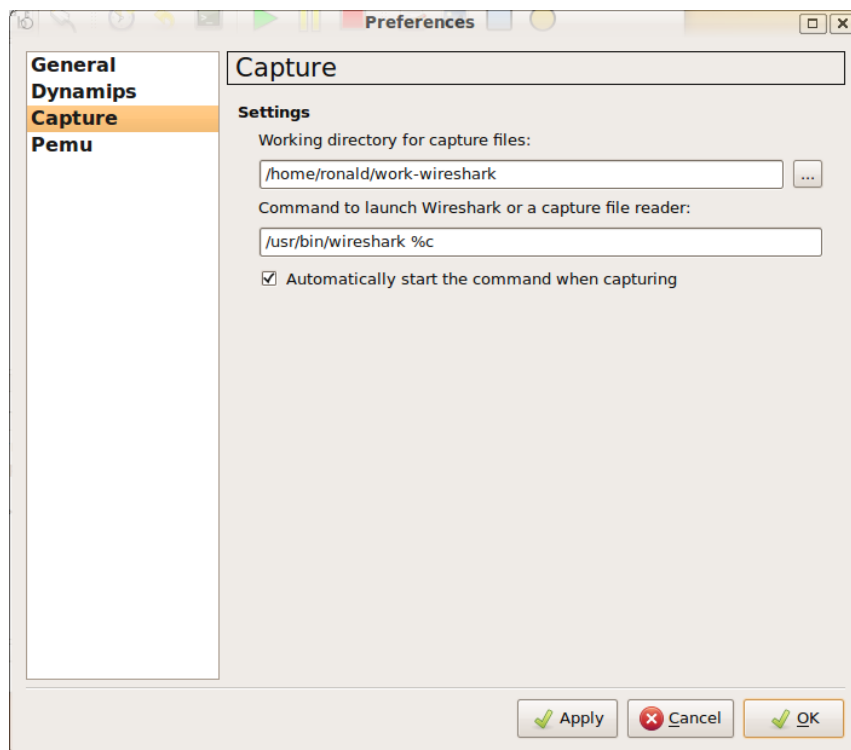


Fuente: Autores.

Dynamips consume recursos del computador como son CPU y memoria RAM para la emular los IOS de los Routers virtuales; para distribuir y

disminuir las cargas computacionales utiliza el administrador de hypervisor el cual baja drásticamente el consumo de estos recursos a través del Idle-PC, ejecutándolo sobre determina IOS cuando se encuentre en funcionamiento el simulador ayudando a resolver el problema de direccionar el límite del uso de memoria por cada proceso cuando varias instancias de IOS se ejecutan, balanceando la carga de las instancias en múltiples hypervisores.

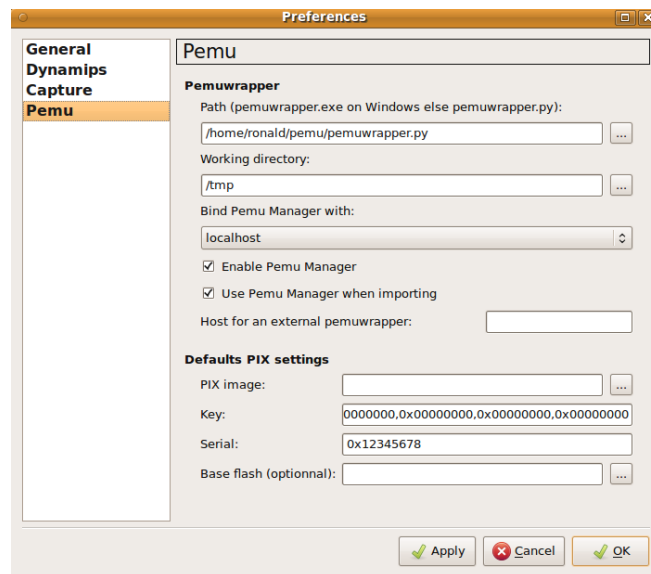
Figura 28. Opción Captura.



Fuente: Autores.

GNS3 permite crear un directorio específico para guardar capturas de tráfico de las diferentes topologías que realice el usuario, estas las realiza con la ayuda del sniffer wireshark.

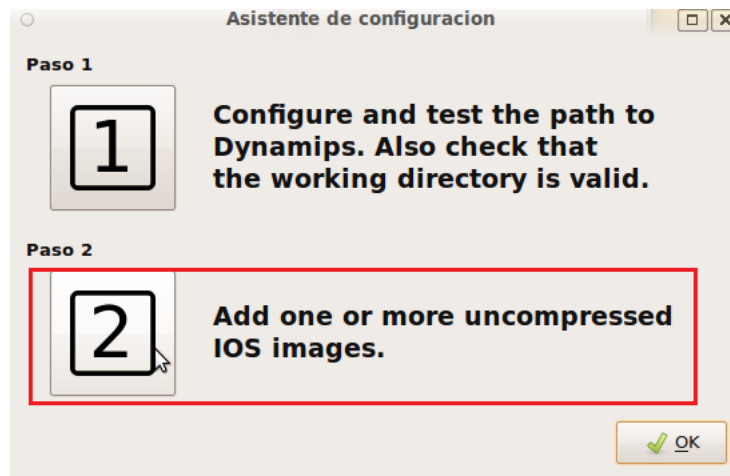
Figura 29. Opción Pemu.



Fuente: Autores.

Terminada la configuración de la opción 1, se continúa con la configuración de la opción 2 del menú Setup Wizard.

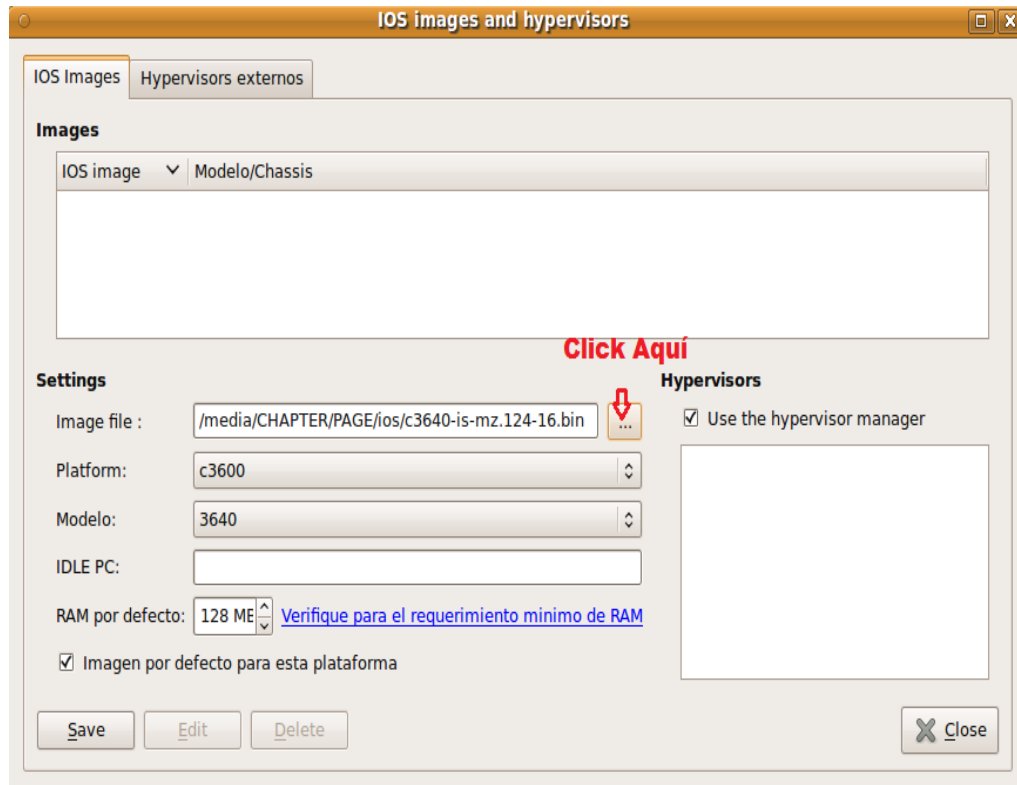
Figura 30. Setup Wizard opción 2.



Fuente: Autores.

En esta opción el usuario podrá incluir todos los IOS reales de Routers que utilizará para los futuros proyectos que desarrollará. Dar click en 2.

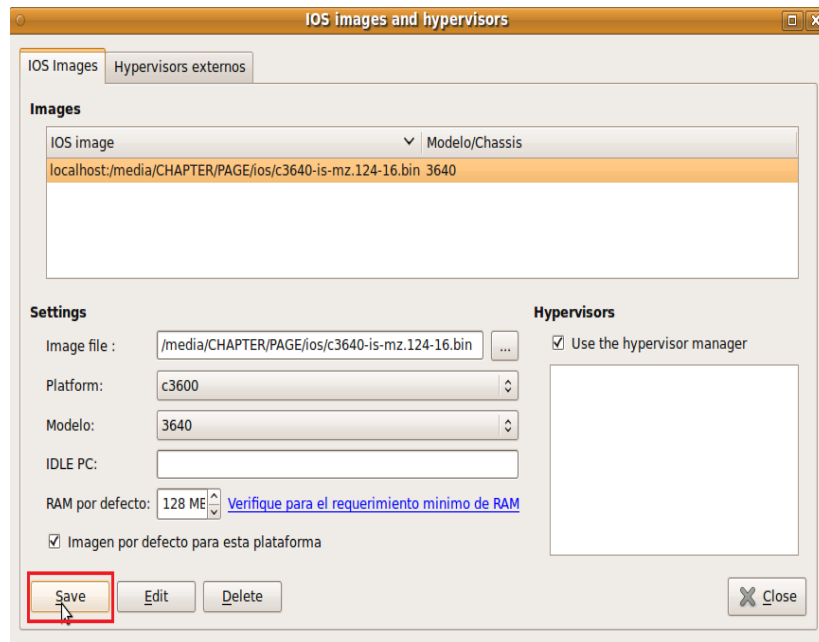
Figura 31. Seleccionar IOS



Fuente: Autores.

Para introducir los IOS al GNS3, el usuario debe dar click en el botón mostrado en la figura anterior donde él escogerá la ruta o directorio específico donde se encuentren almacenados los IOS; hecho esto la herramienta reconoce el archivo como propio del sistema y automáticamente determina qué modelo y plataforma de router pertenece, y la cantidad de memoria RAM que utilizará. La pestaña hypervisores externos viene lista y configurada con la herramienta para reconocimiento de la dirección de host loopback 127.0.0.1 y el puerto de trabajo 7200.

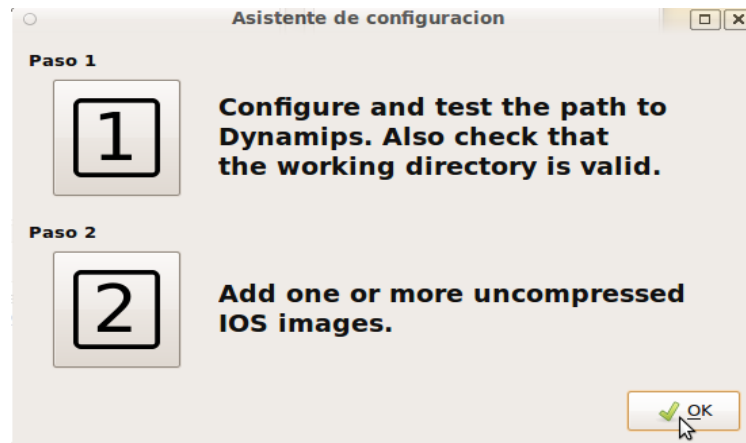
Figura 32. IOS introducido.



Fuente: Autores.

Una vez realizada esta tarea de configuración dar click en el botón guardar (save) mostrado en la figura anterior y click en botón cerrar (close). Así queda añadido y listo para trabajar los IOS dentro de la herramienta de simulación.

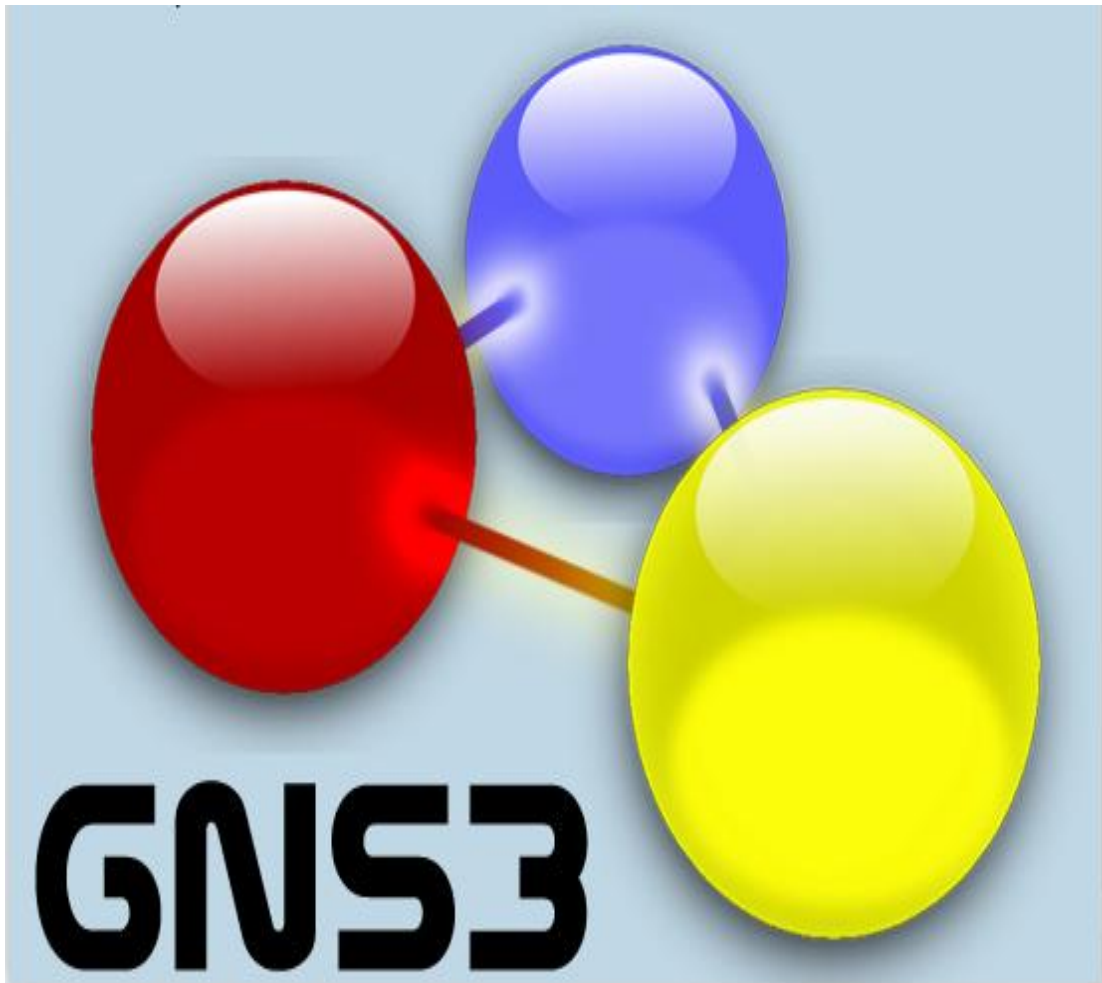
Figura 33. Setup Wizard finalizado.



Fuente: Autores.

3.4 CONOCIENDO EL ENTORNO DE TRABAJO DE GNS3.

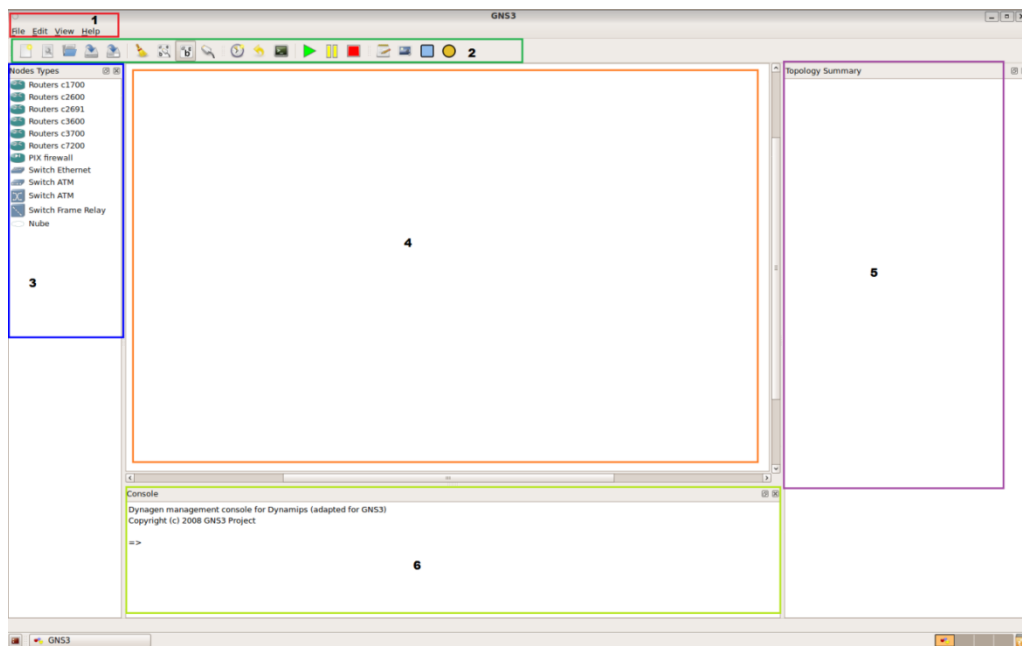
Figura 34. Logo GNS3



Fuente: Autores

A continuación se describe el entorno de trabajo de la herramienta de Simulación Gráfica de Redes GNS3 seccionado en áreas.

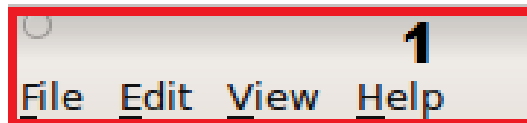
Figura 35. Entorno de trabajo GNS3.



Fuente: Autores

3.4.1 Descripción del área 1 ó Barra de Menú:

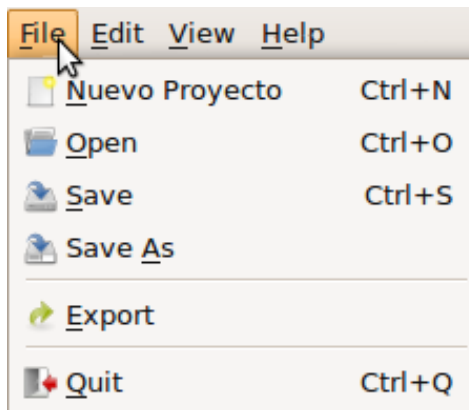
Figura 36. Barra de Menú



Fuente: Autores.

Aquí se encuentra las opciones de archivo, edición, ver y ayuda. La opción archivo (File) contiene otras opciones como lo son: nuevo proyecto, abrir, guardar, guardar como, exportar y salir.

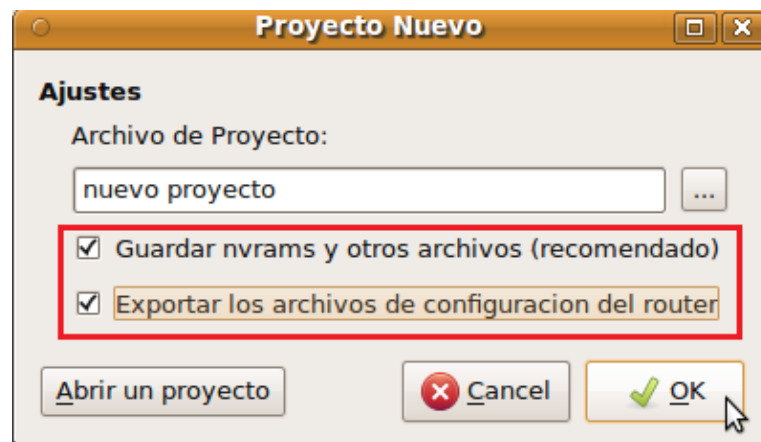
Figura 37. Opción archivo



Fuente: Autores

Se recomienda al iniciar un nuevo proyecto en GNS3, seleccionar las opciones de nvrans y exportar para poder cargar completamente las configuraciones del proyecto o exportación del mismo cuando se requiera volver abrirlo.

Figura 38. Opción nuevo proyecto.

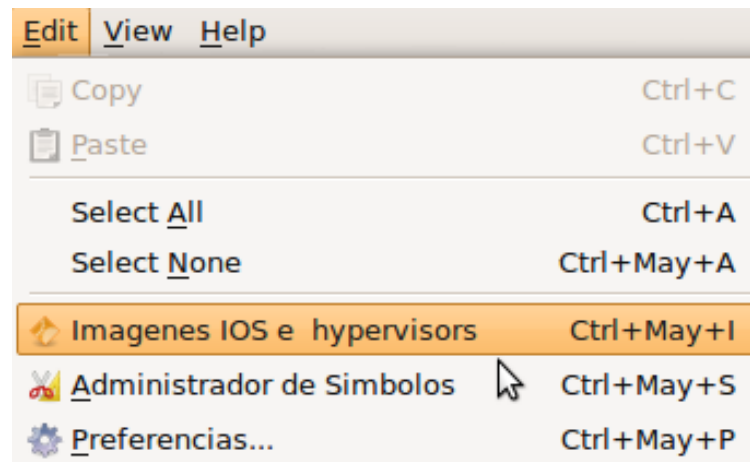


Fuente: Autores

La opción edición (Edit) contiene un set de opciones tales como: copiar, pegar, seleccionar todo, seleccionar ninguno, imágenes IOS e hypervisores, administración de símbolos y preferencias.

En la opción de imágenes IOS e hypervisores del menú edición el usuario puede añadir los IOS reales de los Routers Cisco a trabajar dentro de la herramienta, así como ajustar un mínimo de uso de memoria de los procesos que se ejecutaran con tal IOS balanceado su operación con otros hypervisores de otras IOS que se encuentren corriendo en la herramienta.
[Ver configuración de GNS3.](#)

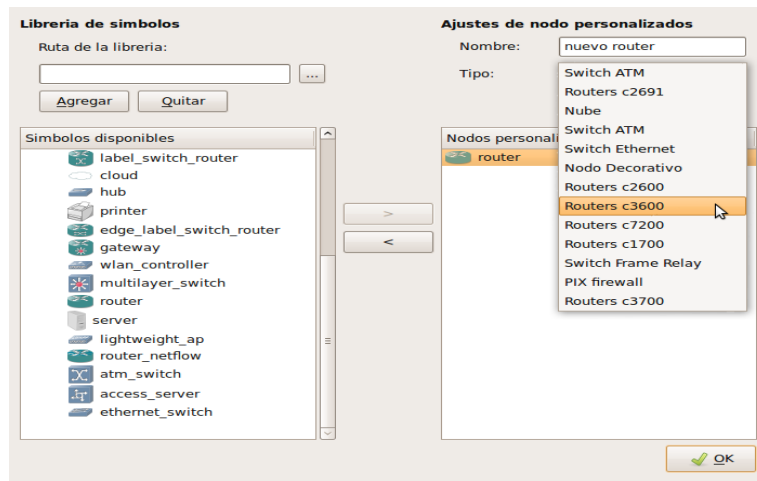
Figura 39. Opción edición



Fuente: Autores.

En la opción administración de símbolos del menú edición el usuario puede añadir a un proyecto símbolos de nodos personalizados para una aplicación en especial, estos pueden ser cargados desde un archivo local ó pueden ser creados con las cualidades deseadas para su operación de una lista predetermina dentro de GNS3.

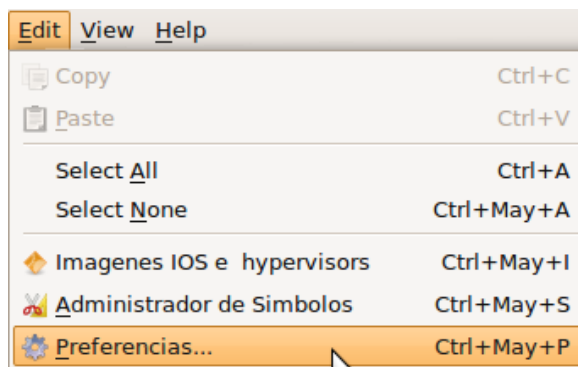
Figura 40. Administración de símbolos.



Fuente: Autores.

En la opción preferencias del menú edición el usuario puede entrar a la configuración general del GNS3, donde se encuentra las opciones de Dynamips, Captura y Pemu. [Ver configuración de GNS3.](#)

Figura 41. Opción preferencias.

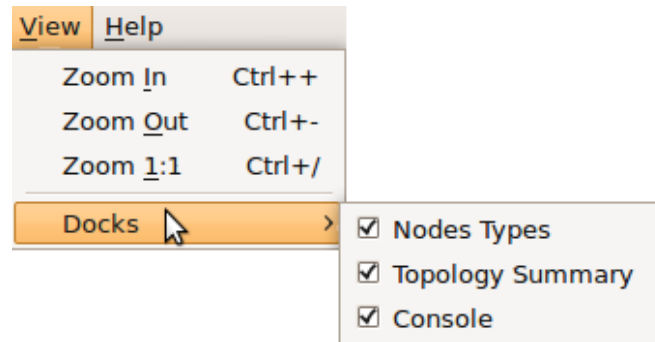


Fuente: Autores.

La opción Ver de la Barra de Menú distribuye vistas a escala, aumenta y

disminución, así como el control para mostrar las áreas de tipos de nodos, resumen de topologías y consola.

Figura 42. Opción Ver.



Fuente: Autores.

Por último la opción ayuda de la Barra de Menú ofrece al usuario soporte en línea para el manejo de la herramienta en su página web, también información sobre el tipo de licencia de distribución para software libre.

3.4.2 Descripción del área 2 ó Barra de Acceso Rápido:

Figura 43. Barra de Acceso Rápido.



Fuente: Autores

Dentro de la Barra de Acceso Rápido se encuentran los siguientes botones:

3.4.2.1 Botón Nuevo: Ofrece al usuario la creación de nuevos proyectos dentro de la herramienta.

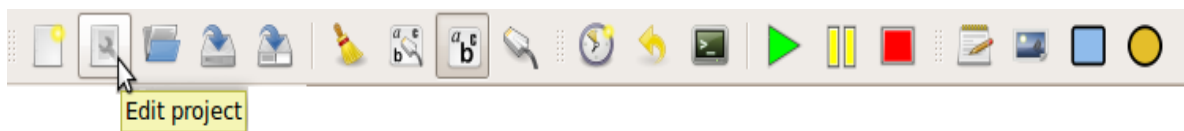
Figura 44. Botón Nuevo.



Fuente: Autores.

3.4.2.2 Botón Edición: permite al usuario editar proyectos creados anteriormente para modificaciones según su necesidad.

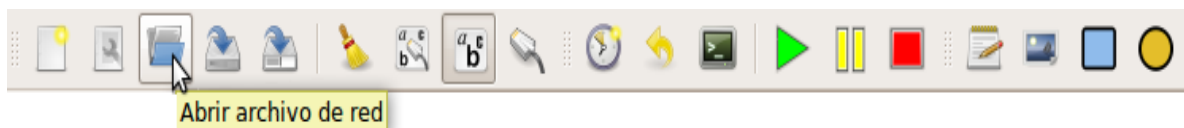
Figura 45. Botón Edición.



Fuente: Autores.

3.4.2.3 Botón Abrir: permite elegir desde una ubicación específica los proyectos con extensión .net al usuario.

Figura 46. Botón Abrir.



Fuente: Autores.

3.4.2.4 Botón Guardar: deja al usuario guardar en disco el proyecto deseado.

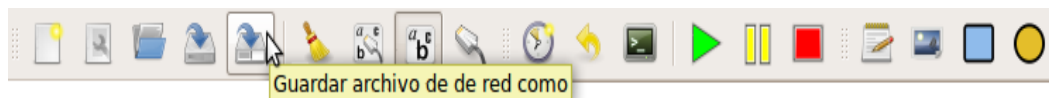
Figura 47. Botón Guardar.



Fuente: Autores.

3.4.2.5 Botón Guardar como: habilita al usuario para la modificación de nombres de archivos de los proyectos que se encuentren almacenados en disco ó una unidad específica.

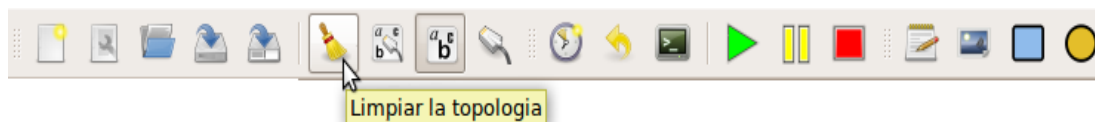
Figura 48. Botón Guardar como.



Fuente: Autores

3.4.2.6 Botón Limpiar: borra cualquier diseño que se encuentre en el área de trabajo dentro de la herramienta.

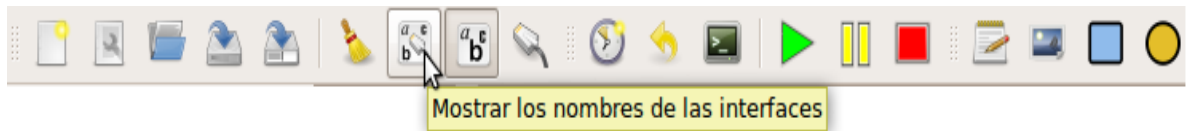
Figura 49. Botón Limpiar.



Fuente: Autores

3.4.2.7 Botón Nombre de las Interfaces: despliega el nombre de la interface sobre un enlace de conexión entre los dispositivos o nodos implicados en un proyecto.

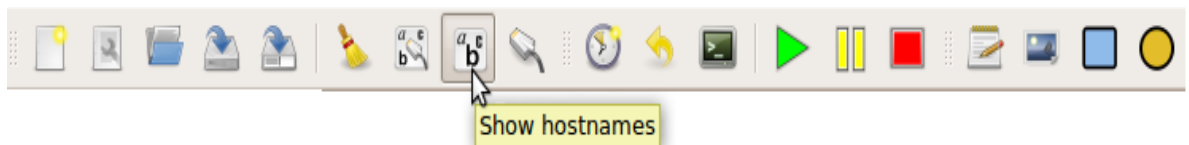
Figura 50. Botón Nombre de las Interfaces.



Fuente: Autores.

3.4.2.8 Botón Hostnames: muestra el nombre de los nodos que se estén utilizando en el área de trabajo de un proyecto.

Figura 51. Hostnames.

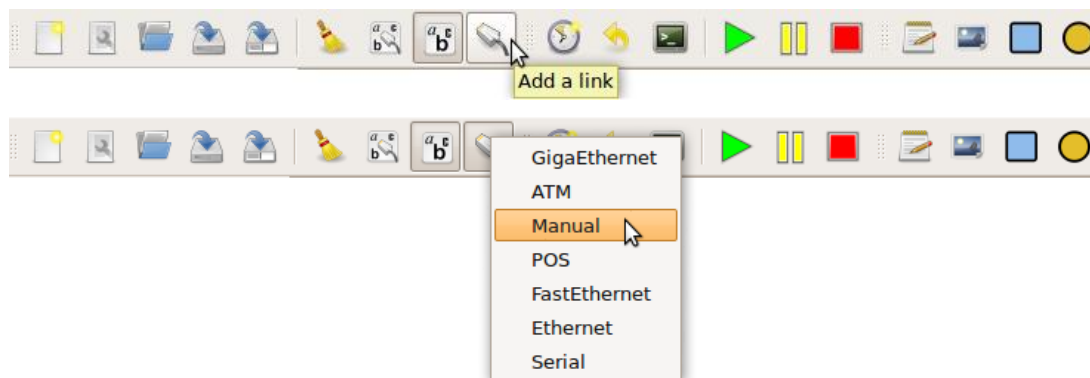


Fuente: Autores.

3.4.2.9 Botón Enlazar: permite al usuario unir físicamente las interfaces de cada nodo implicadas en una topología red dentro del área de trabajo.

Al dar click en el botón este despliega otras opciones de conexión específicas, así como enlazar manualmente.

Figura 52. Botón Enlazar.



Fuente: Autores.

3.4.2.10 Botón Instantánea: genera un snapshot en caliente de la configuración de una IOS que se esté ejecutando en un proyecto específico.

Figura 53. Botón Instantánea.



Fuente: Autores.

3.4.2.11 Botón Extraer/Importar: permite al usuario seleccionar de una ruta específica o directorio la opción de extraer ó importar configuraciones de nodos dentro del GNS3.

Figura 54. Botón Extraer/Importar.



Fuente: Autores.

3.4.2.12 Botón Terminal Telnet: al dar click sobre este botón se abre automáticamente una terminal telnet para por cada nodo que se encuentren en el área de trabajo para su respectiva configuración a través de líneas de comando.

Figura 55. Botón Terminal Telnet.



Fuente: Autores.

3.4.2.13 Botón Inicio: permite al usuario iniciar o arrancar los IOS de los nodos que se encuentren en un proyecto en el área de trabajo.

Figura 56. Botón Inicio.



Fuente: Autores.

3.4.2.14 Botón Pausa: al dar click sobre este botón se congela la operación de una topología de red que se encuentre corriendo dentro de la herramienta.

Figura 57. Botón Pausa.



Fuente: Autores.

3.4.2.15 Botón Detener: al elegir este botón el usuario detiene completamente la ejecución de las IOS que se encuentra corriendo en una topología de red, dejándolos inactivos.

Figura 58. Botón Detener.



Fuente: Autores.

3.4.2.16 Botón Anotar: permite al usuario escribir una nota ó carácter sobre un nodo, enlace ó área específica dentro del área de trabajo en un proyecto.

Figura 59. Botón Anotar.



Fuente: Autores.

3.4.2.17 Botón Insertar Imagen: deja introducir imágenes desde una ruta o directorio en específico al área de trabajo de un proyecto.

Figura 60. Botón Insertar Imagen.



Fuente: Autores.

3.4.2.18 Botón Rectángulo: dibuja un área rectangular dentro del área de trabajo en la cual se puede encerrar algún nodo o topología de importancia dentro de un proyecto, así como el usuario puede darle un uso deseado.

Figura 61. Botón Rectángulo.



Fuente: Autores.

3.4.2.19 Botón Círculo: este botón dibuja un círculo dentro del área de trabajo en la cual se puede encerrar algún nodo o topología de importancia dentro de un proyecto, así como el usuario puede darle un uso deseado.

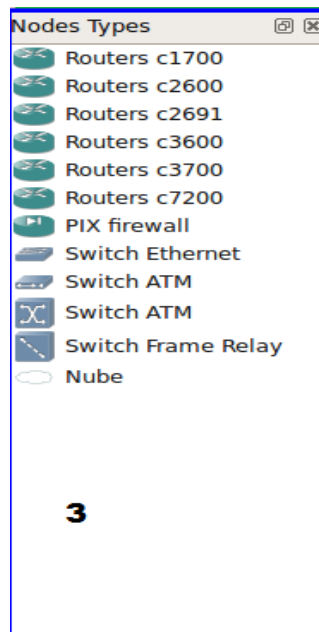
Figura 62. Botón Círculo.



Fuente: Autores.

3.4.3 Descripción del área 3 ó Tipos de Nodos:

Figura 63. Tipos de Nodos

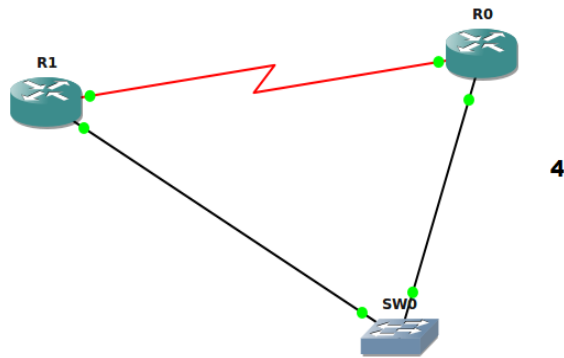


Fuente: Autores.

En esta área se encuentran todos los nodos predeterminados para trabajar en GNS3, y creados por el usuario a través de la opción administración de símbolos vista anteriormente. Para utilizar un nodo solo debe arrastrarse desde esta área hasta el área de trabajo para su respectiva configuración y operación.

3.4.4 Descripción del área 4 ó Área de Trabajo:

Figura 64. Área de Trabajo.



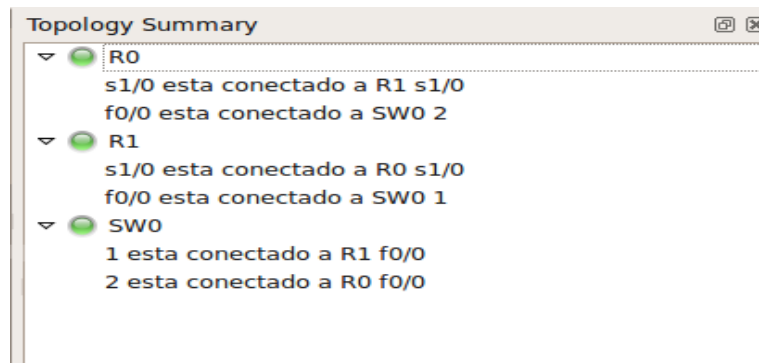
Fuente: Autores.

Es el área destinada para dibujar cualquier topología de red con los nodos que ofrece la herramienta GNS3; dentro de ella se arrastran todos los nodos necesarios para la creación de un proyecto en específico.

3.4.5 Descripción del área 5 ó Área de Resumen de Topología:

Aquí el usuario visualiza el estado de los nodos que se encuentra en el área de trabajo, es decir si están activos (bombillo verde), si están desactivados (bombillo rojo); también se puede observar las conexiones o enlaces que estos tengan con nodos adyacentes dentro de una topología.

Figura 65. Resumen de Topología.

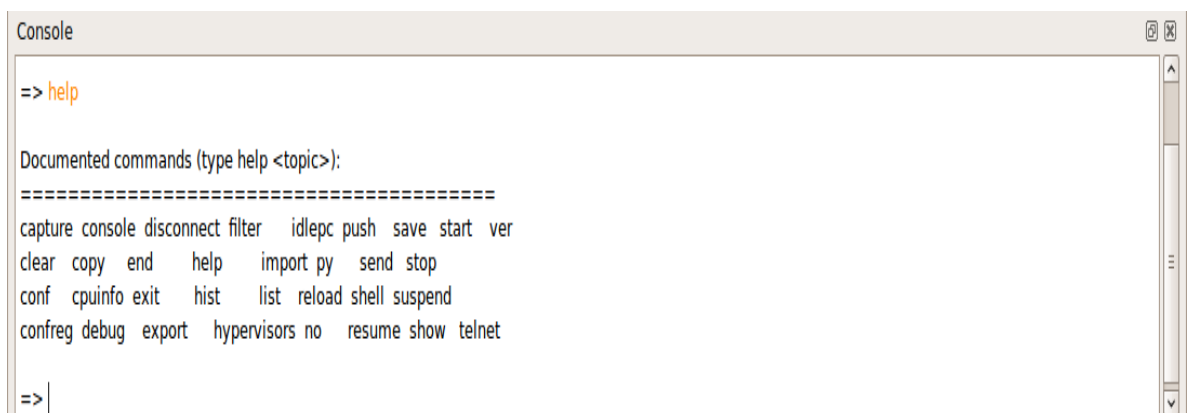


Fuente: Autores

3.4.6 Descripción del área 6 ó Área de Panel Consola:

A través de este panel de consola el usuario podrá ejecutar comandos sobre la IOS de un router ó sobre todos los nodos que se encuentren en el área de trabajo, también puede listar que estado tiene un nodo, nombre, modelo; para ver un listado de los comandos que se pueden utilizar en este panel ejecutamos la línea de comando **help** como muestra la siguiente figura.

Figura 66. Panel consola.

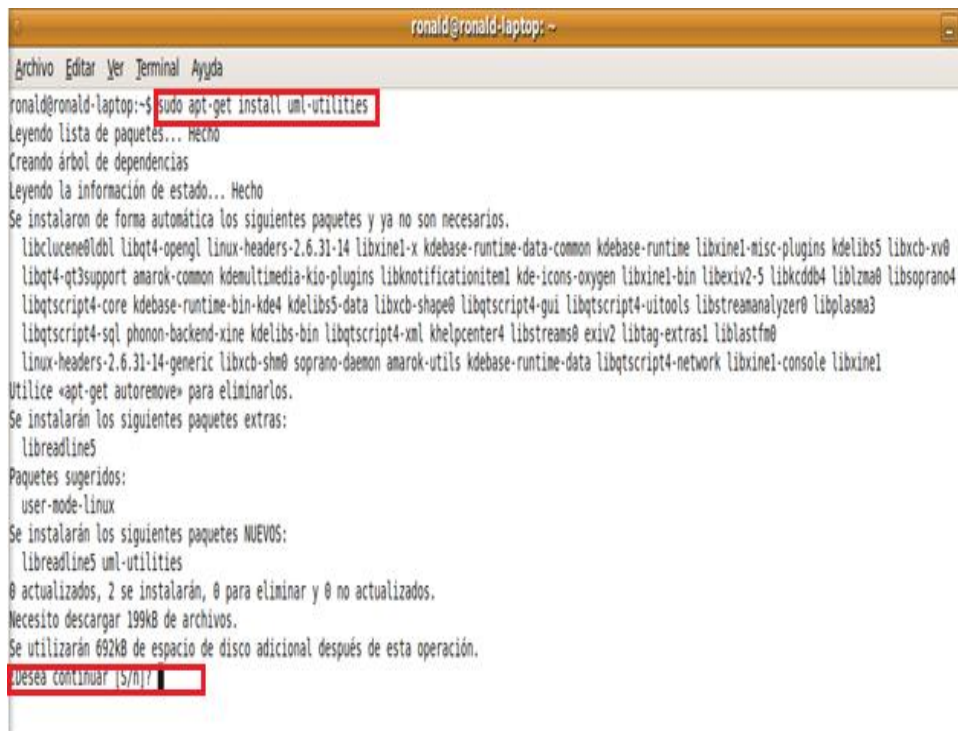


Fuente: Autores.

3.5 DESCARGA E INSTALACIÓN DE LOS REPOSITORIOS UML-UTILITIES Y BRIDGE-UTILS

3.5.1 Repositorio uml-utilities: Digitamos el comando `sudo apt-get install uml-utilities`; y luego nos preguntan si se quiere continuar con el proceso a lo que se digita la letra “s”.

Figura 67. Instalación uml – utilities



```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
ronald@ronald-laptop:~$ sudo apt-get install uml-utilities  
Leyendo lista de paquetes... Hecho  
Creando árbol de dependencias  
Leyendo la información de estado... Hecho  
Se instalaron de forma automática los siguientes paquetes y ya no son necesarios.  
libclucene0ldb libqt4-opengl linux-headers-2.6.31-14 libxine1-x kbase-runtime-data-common kbase-runtime libxine1-misc-plugins kdelibs5 libxcb-xv0  
libqt4-qt3support amarok-common kdemultimedia-kio-plugins libknotificationitem1 kde-icons-oxygen libxine1-bin libexiv2-5 libkcddb4 liblzm3a0 libsoprano4  
libqtscript4-core kbase-runtime-bin-kde4 kdelibs5-data libxcb-shape0 libqtscript4-gui libqtscript4-uitools libstreamanalyzer0 libplasma3  
libqtscript4-sql phonon-backend-xine kdelibs-bin libqtscript4-xml khelpcenter4 libstreams0 exiv2 libtag-extras1 liblastfm0  
linux-headers-2.6.31-14-generic libxcb-shm0 soprano-daemon amarok-utils kbase-runtime-data libqtscript4-network libxine1-console libxine1  
Utilice «apt-get autoremove» para eliminarlos.  
Se instalarán los siguientes paquetes extras:  
libreadline5  
Paquetes sugeridos:  
user-mode-linux  
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:  
libreadline5 uml-utilities  
0 actualizados, 2 se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.  
Necesito descargar 199kB de archivos.  
Se utilizarán 692kB de espacio de disco adicional después de esta operación.  
¿ desea continuar [s/n]?
```

Fuente: Autores

A continuación se puede observar la descarga y total instalación del repositorio uml-utilities.

Figura 68. Descargando uml-utilities

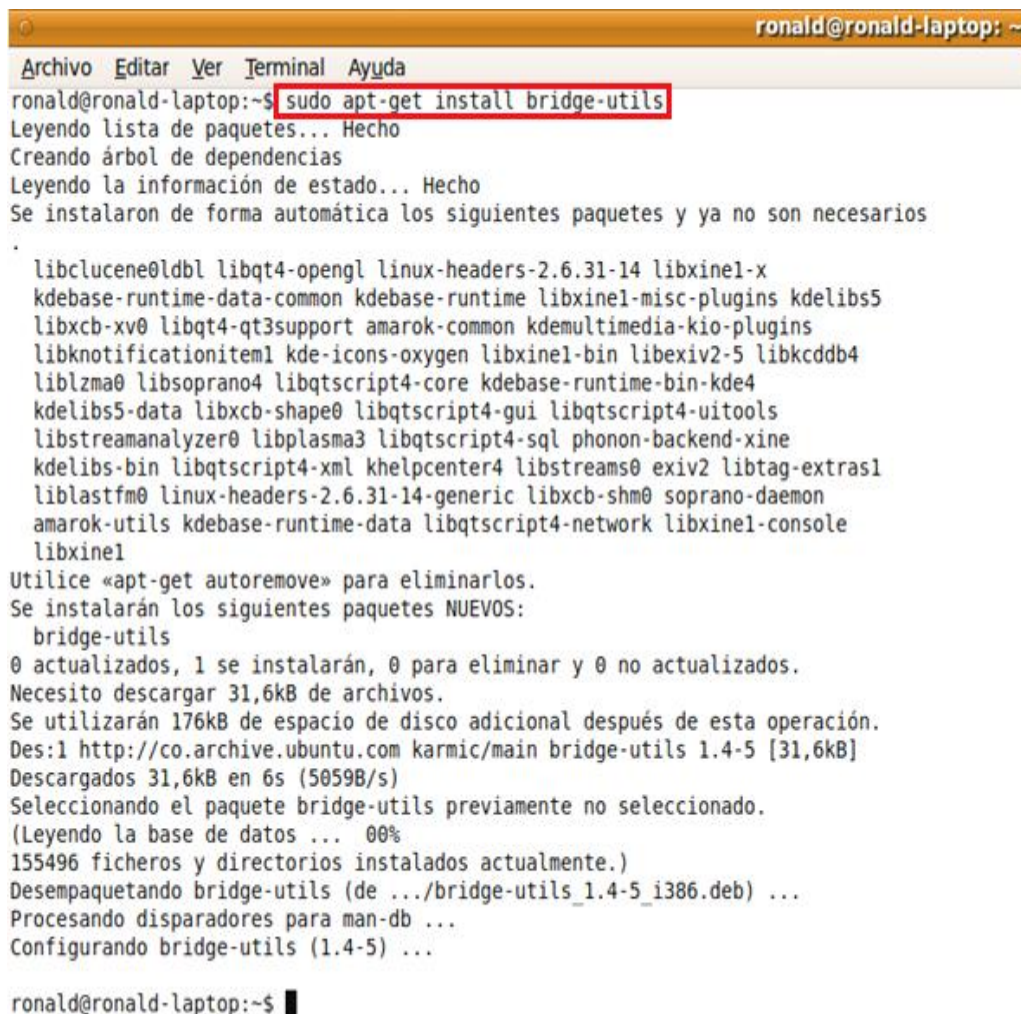


```
ronald@ronald-laptop: ~  
Archivo Editar Ver Terminal Ayuda  
ronald@ronald-laptop:~$ sudo apt-get install uml-utilities  
Leyendo lista de paquetes... Hecho  
Creando árbol de dependencias  
Leyendo la información de estado... Hecho  
Se instalaron de forma automática los siguientes paquetes y ya no son necesarios.  
liblucene0ldb1 libqt4-opengl linux-headers-2.6.31-14 libxine1-x kbase-runtime-data-common kbase-runtime libxine1-misc-plugins kdelibs5 libxcb-xv0  
libqt4-qt3support amarok-common kdemultimedia-kiio-plugins libknotificationitem1 kde-icons-oxygen libxine1-bin libexiv2-5 libkccddb4 liblzm0 libsoprano4  
libqtscript4-core kbase-runtime-bin-kde4 kdelibs5-data libxcb-shape0 libqtscript4-gui libqtscript4-uitools libstreamanalyzer0 libplasma3  
libqtscript4-sql phonon-backend-xine kdelibs-bin libqtscript4-xml khelpcenter4 libstreams0 exiv2 libtag-extras1 liblastfm0  
linux-headers-2.6.31-14-generic libxcb-shm0 soprano-daemon amarok-utils kbase-runtime-data libqtscript4-network libxine1-console libxine1  
Utilice «apt-get autoremove» para eliminarlos.  
Se instalarán los siguientes paquetes extras:  
libreadline5  
Paquetes sugeridos:  
user-mode-linux  
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:  
libreadline5 uml-utilities  
0 actualizados, 2 se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.  
Necesito descargar 199kB de archivos.  
Se utilizarán 692kB de espacio de disco adicional después de esta operación.  
¿Desea continuar [S/n]? s  
Des:1 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main libreadline5 5.2-6 [140kB]  
Des:2 http://co.archive.ubuntu.com karmic/universe uml-utilities 20070815-1.lubuntu2 [50,5kB]  
Descargados 199kB en 9s (21,8kB/s)  
Seleccionando el paquete libreadline5 previamente no seleccionado.  
(Leyendo la base de datos ... 00%  
155520 ficheros y directorios instalados actualmente.)  
Desempaquetando libreadline5 (de ../libreadline5_5.2-6_i386.deb) ...  
Seleccionando el paquete uml-utilities previamente no seleccionado.  
Desempaquetando uml-utilities (de ../uml-utilities_20070815-1.lubuntu2_i386.deb) ...  
Procesando disparadores para man-db ...  
Procesando disparadores para ureadahead ...  
ureadahead will be reprofiled on next reboot  
Configurando libreadline5 (5.2-6) ...  
Configurando uml-utilities (20070815-1.lubuntu2) ...  
* Starting User-mode networking switch uml_switch [ OK ]  
Procesando disparadores para libc-bin ...  
ldconfig deferred processing now taking place  
ronald@ronald-laptop:~$
```

Fuente: Autores

3.5.2 Repositorio bridge-utils: Luego se procederá a la instalación de bridge-utils. Digitamos el comando `sudo apt-get install bridge-utils`.

Figura 69. Instalación de bridge-utils.



```
ronald@ronald-laptop:~$ sudo apt-get install bridge-utils
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Se instalaron de forma automática los siguientes paquetes y ya no son necesarios
.
 libclucene0ldbl libqt4-opengl linux-headers-2.6.31-14 libxine1-x
 kbase-runtime-data-common kbase-runtime libxine1-misc-plugins kdelibs5
 libxcb-xv0 libqt4-qt3support amarok-common kdemultimedia-kio-plugins
 libknotificationitem1 kde-icons-oxygen libxine1-bin libexiv2-5 libkddb4
 liblzm0 libsoprano4 libqtscript4-core kbase-runtime-bin-kde4
 kdelibs5-data libxcb-shape0 libqtscript4-gui libqtscript4-uitools
 libstreamanalyzer0 libplasma3 libqtscript4-sql phonon-backend-xine
 kdelibs-bin libqtscript4-xml khelpcenter4 libstreams0 exiv2 libtag-extras1
 liblastfm0 linux-headers-2.6.31-14-generic libxcb-shm0 soprano-daemon
 amarok-utils kbase-runtime-data libqtscript4-network libxine1-console
 libxine1
 Utilice «apt-get autoremove» para eliminarlos.
 Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
  bridge-utils
 0 actualizados, 1 se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
 Necesito descargar 31,6kB de archivos.
 Se utilizarán 176kB de espacio de disco adicional después de esta operación.
 Des:1 http://co.archive.ubuntu.com karmic/main bridge-utils 1.4-5 [31,6kB]
 Descargados 31,6kB en 6s (5059B/s)
 Seleccionando el paquete bridge-utils previamente no seleccionado.
 (Leyendo la base de datos ... 00%
 155496 ficheros y directorios instalados actualmente.)
 Desempaquetando bridge-utils (de ../bridge-utils_1.4-5_i386.deb) ...
 Procesando disparadores para man-db ...
 Configurando bridge-utils (1.4-5) ...

ronald@ronald-laptop:~$
```

Fuente: Autores

3.6 CREACIÓN DE LA INTERFAZ DE TOQUE

Este tipo de configuración es necesaria cuando se necesita conectar la red virtual creada en GNS3 a una red externa real.

Todos los comandos a utilizarse deben ser ejecutados como root o ya sea anteponiendo la palabra **sudo**. La configuración de este sistema le permite

ejecutar gns3/dinamips como un usuario estándar y también poder tener acceso a la red.

Todos los pasos a continuación se hará desde una consola de Ubuntu 9.10.

1. Abrir una consola o terminal como se muestra en la figura 70.
2. Desde la terminal abierta digite el comando ifconfig

Figura 70. Comando Ifconfig

```
alex@alex-laptop:~$ ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet direcciónHW 00:23:5a:33:39:7f
          Direc. inet:192.168.1.3 Difus.:192.168.1.255 Másc:255.255.255.0
          Dirección inet6: fe80::223:5aff:fe33:397f/64 Alcance:Enlace
          ACTIVO DIFUSIÓN FUNCIONANDO MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
          Paquetes RX:41 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
          Paquetes TX:72 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
          colisiones:0 long.colaTX:1000
          Bytes RX:10952 (10.9 KB) TX bytes:10004 (10.0 KB)
          Interrupción:29

eth2      Link encap:Ethernet direcciónHW 00:21:00:c0:e2:c8
          Dirección inet6: fe80::221:ff:fec0:e2c8/64 Alcance:Enlace
          ACTIVO DIFUSIÓN MULTICAST MTU:1500 Métrica:1
          Paquetes RX:0 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:17
          Paquetes TX:5 errores:6 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
          colisiones:0 long.colaTX:1000
          Bytes RX:0 (0.0 B) TX bytes:1750 (1.7 KB)
          Interrupción:18

lo        Link encap:Bucle local
          Direc. inet:127.0.0.1 Másc:255.0.0.0
          Dirección inet6: ::1/128 Alcance:Anfitrión
          ACTIVO LOOPBACK FUNCIONANDO MTU:16436 Métrica:1
          Paquetes RX:12 errores:0 perdidos:0 overruns:0 frame:0
          Paquetes TX:12 errores:0 perdidos:0 overruns:0 carrier:0
          colisiones:0 long.colaTX:0
          Bytes RX:720 (720.0 B) TX bytes:720 (720.0 B)
```

Fuente: Autores

Si su máquina tiene una tarjeta Ethernet con cable, debe aparecer como eth0 o eth1. Si tiene tarjeta inalámbrica es posible ver algo como wlan0 o como en este caso la tarjeta inalámbrica puede tomar por defecto eth2 u otro nombre.

3. Recopilación de la información sobre la configuración de la red: para esto se ejecuta el comando `~$ ip a` :

```
alex@alex-laptop:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 16436 qdisc noqueue state
UNKNOWN
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
pfifo_fast state UNKNOWN qlen 1000
    link/ether 00:23:5a:33:39:7f brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.1.3/24 brd 192.168.1.255 scope global eth0
    inet6 fe80::223:5aff:fe33:397f/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth2: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu
1500 qdisc pfifo_fast state DORMANT qlen 1000
    link/ether 00:21:00:c0:e2:c8 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::221:ff:fec0:e2c8/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
alex@alex-laptop:~$
```

Esta máquina tiene la dirección IP 192.168.1.3 con máscara 24. en eth0. Y se puede observar que existe el estado UP,LOWER_UP que parece en cada interfaz asociada a la tarjeta de red; lo que nos indica que se encuentran activas o arribas.

Para encontrar la puerta de enlace predeterminada escriba este comando `~$ ip r`

```
alex@alex-laptop:~$ ip r
192.168.1.0/24 dev eth0 proto kernel scope link src 192.168.1.3 metric 1
169.254.0.0/16 dev eth0 scope link metric 1000
default via 192.168.1.1 dev eth0 proto static
```

se puede observar que la puerta de enlace es: 192.168.1.1

si la linea: default via 192.168.1.1 dev eth0 proto static no aparece significa que estas usando direccionamiento estático y no se ha asignado la configuración adecuada por lo tanto hay que asignar un gateway de la siguiente manera:

Ejemplo:

```
sudo route add default gw 192.168.1.1 o ya sea la dirección de gateway que se vaya a utilizar.
```

Hecho esto se vuelve a ejecutar el comando `~$ ip r` y se podrá notar que se ha creado una puerta de enlace.

4. Creación de un puente de red: Para este paso es necesario la utilización del comando `brctl` que hace parte del paquete "Bridge-utils"; repositorio instalado anteriormente.

Digite la instrucción `~$ brctl addbr br0` en el terminal.

```
alex@alex-laptop:~$ sudo brctl addbr br0
```

Luego ejecuta `ip a` para comprobar que se creó y usted debería ver una nueva entrada como esta:

```
4: br0: <BROADCAST, MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN
```

```
link/ether 9a:4e:dc:e2:7d:83 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

Observe cómo en la línea de puente no hay UP, LOWER_UP declaración después de multicast, Lo que indica que la interfaz de puente esta apagada.

Para activar el puente se digita: `sudo ifconfig br0 up` y después verificamos que se haya activado el puente con la instrucción: `ip a`

```
alex@alex-laptop:~$ ip a
```

```
4: br0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue state UNKNOWN
```

```
link/ether 9a:4e:dc:e2:7d:83 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

```
inet6 fe80::984e:dccf:fee2:7d83/64 scope link
```

```
valid_lft forever preferred_lft forever
```

5. Creando la interfaz de toque: Para este paso es necesario la utilización del comando “tunctl” que normalmente hace parte del paquete llamado “uml-utilities”

Para crear la interfaz de toque ejecutar lo siguiente, donde el nombre de usuario es su nombre de usuario linux: `~$ sudo tunctl -t tap0 -u username`

Ejemplo:

```
alex@alex-laptop:~$ sudo tunctl -t tap0 -u alex
```

```
Set 'tap0' persistent and owned by uid 1000
```

Luego activamos la interfaz tap0 con el comando: `sudo ifconfig tap0 up` y una vez más se ejecuta “ip a” para comprobar la creación de la interfaz y su respectiva puesta arriba.

```
alex@alex-laptop:~$ ip a
```

```
4: br0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
noqueue state UNKNOWN
```

```
link/ether 9a:4e:dc:e2:7d:83 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

```
inet6 fe80::984e:dccf:fee2:7d83/64 scope link
```

```
valid_lft forever preferred_lft forever
```

```
5: tap0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
pfifo_fast state UNKNOWN qlen 500
```

```
link/ether 96:92:31:0c:95:f4 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

```
inet6 fe80::9492:31ff:fe0c:95f4/64 scope link
```

```
valid_lft forever preferred_lft forever
```

Nota: Ya se tienen todas las interfaces que se necesitaban crear. Es hora de añadir las interfaces al puente.

6. Para asociar la interfaz eth0 y tap0 al puente, escriba los siguientes comandos:

```
alex@alex-laptop:~$ sudo brctl addif br0 tap0
```

```
alex@alex-laptop:~$ sudo brctl addif br0 eth0
```

Para visualizar lo que se hizo se digita el comando: brctl show br0

```
alex@alex-laptop:~$ brctl show br0
```

bridge name	bridge id	STP enabled	interfaces
br0	8000.00235a33397f	no	eth0 tap0

7. Colocar la tarjeta eth0 en modo promiscuo y eliminar la dirección ip de la misma. Para esto ejecutamos el comando: ifconfig eth0 0.0.0.0 promisc

Ejemplo:

```
alex@alex-laptop:~$ sudo ifconfig eth0 0.0.0.0 promisc
```

Luego ejecutamos “ip a” y se verifica que eth0 haya quedado en modo promiscuo.

```
alex@alex-laptop:~$ ip a
```

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 16436 qdisc noqueue state UNKNOWN
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,PROMISC,UP,LOWER_UP> mtu 1500
qdisc pfifo_fast state UNKNOWN qlen 1000
    link/ether 00:23:5a:33:39:7f brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::223:5aff:fe33:397f/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: eth2: <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu
1500 qdisc pfifo_fast state DORMANT qlen 1000
    link/ether 00:21:00:c0:e2:c8 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::221:ff:fec0:e2c8/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
4: br0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
noqueue state UNKNOWN
    link/ether 00:23:5a:33:39:7f brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 fe80::984e:dcff:fee2:7d83/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
5: tap0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc
pfifo_fast state UNKNOWN qlen 500
```

```
link/ether 96:92:31:0c:95:f4 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
inet6 fe80::9492:31ff:fe0c:95f4/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

8. Por último se tiene que configurar la interfaz br0 con la configuración de la red, si utiliza una dirección IP estática ejecutar los siguientes comandos:

“sudo ifconfig br0” para asignar una dirección ip al puente y “sudo route add default gw”, para asignar la dirección de puerta de enlace.

Ejemplo:

```
alex@alex-laptop:~$ sudo ifconfig br0 172.16.10.10/24
alex@alex-laptop:~$ sudo route add default gw 172.16.10.1
```

Si utiliza DHCP, puede iniciar el cliente dhcp en br0 con la siguiente instrucción: sudo dhclient br0

Ejemplo:

```
alex@alex-laptop:~$ sudo dhclient br0
```

```
Internet Systems Consortium DHCP Client V3.1.2
Copyright 2004-2008 Internet Systems Consortium.
All rights reserved.
For info, please visit http://www.isc.org/sw/dhcp/
```

```
Listening on LPF/br0/00:23:5a:33:39:7f
```

```
Sending on LPF/br0/00:23:5a:33:39:7f
Sending on Socket/fallback
DHCPDISCOVER on br0 to 255.255.255.255 port 67 interval 6
DHCPOFFER of 192.168.1.3 from 192.168.1.1
DHCPREQUEST of 192.168.1.3 on br0 to 255.255.255.255 port 67
DHCPACK of 192.168.1.3 from 192.168.1.1
bound to 192.168.1.3 -- renewal in 19268 seconds.
```

Eso es todo por la red!. Intente hacer ping a la puerta de enlace predeterminada u otro dispositivo de su red.

En caso de tener otra tarjeta de red disponible, los pasos serian los mismos que se explicaron anteriormente; solo que habría que colocar otro nombre para la interfaz de toque como: tap1 y así mismo otro nombre para el nuevo puente como: br1. Por último se tendría que agregar un nuevo paso como sigue:

Ejemplo:

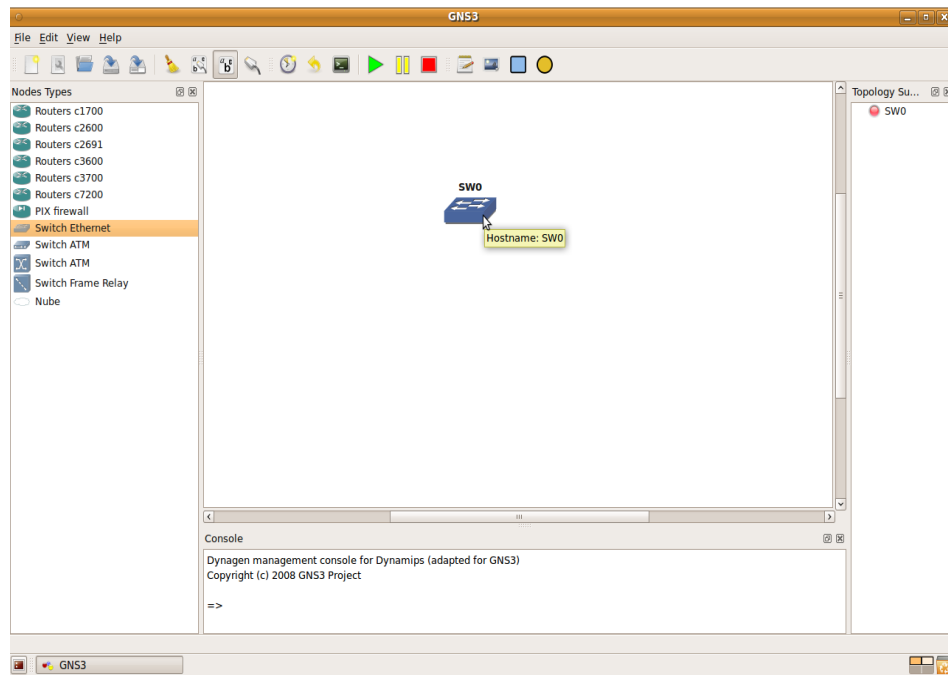
```
sudo route add default gw 172.16.3.200 dev eth0
sudo route add default gw 192.168.3.100 dev eth1
```

3.7 CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS EN GNS3

3.7.1 Configuración de un Switch Ethernet en GNS3: la configuración de un Switch Ethernet se realiza de la siguiente manera:

1. Seleccionar el icono de Switch Ethernet y arrastrarlo hasta el área de trabajo.

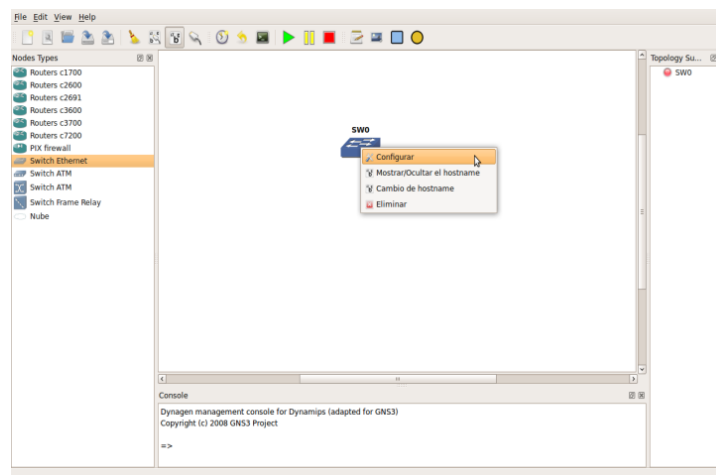
Figura 71. Switch



Fuente: Autores.

2. Click derecho sobre el Switch Ethernet, elegir la opción configurar.

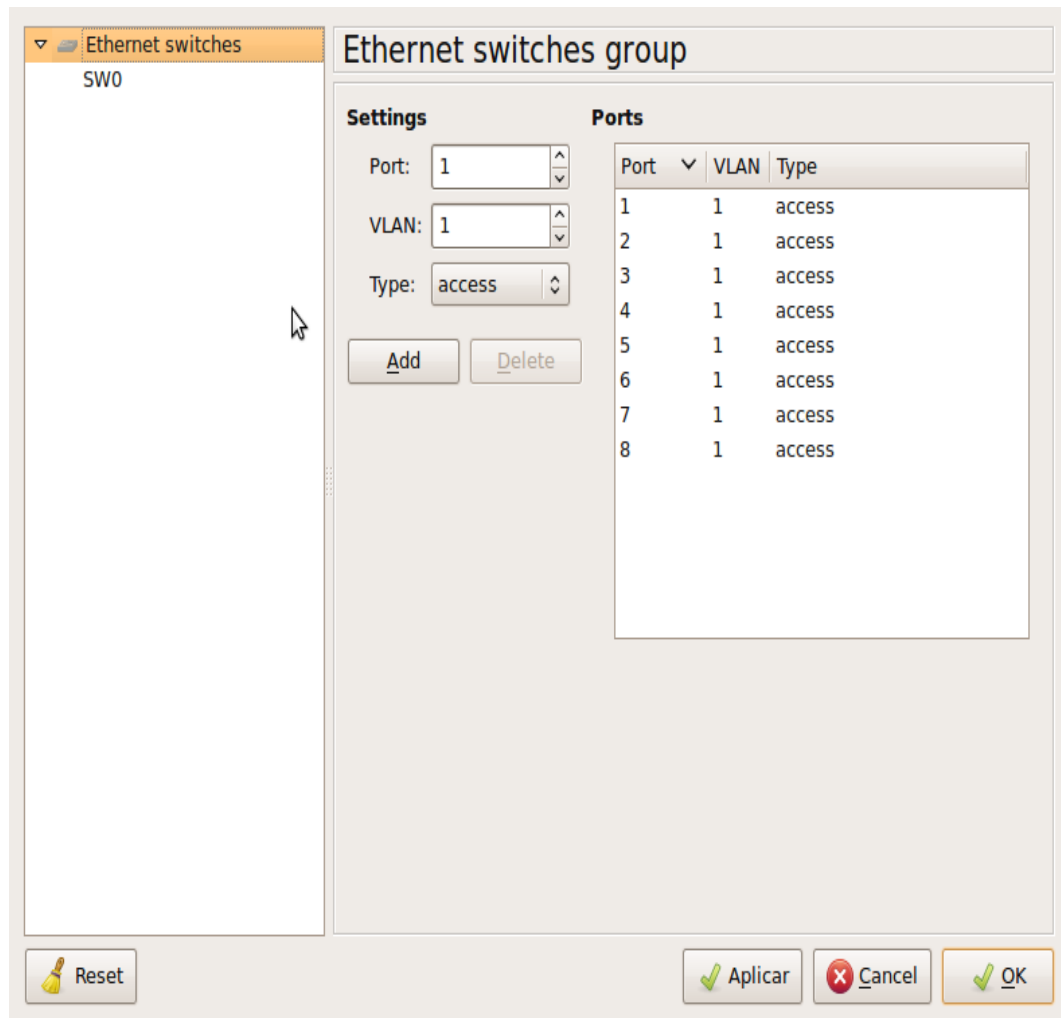
Figura 72. Opción Switch



Fuente: Autores.

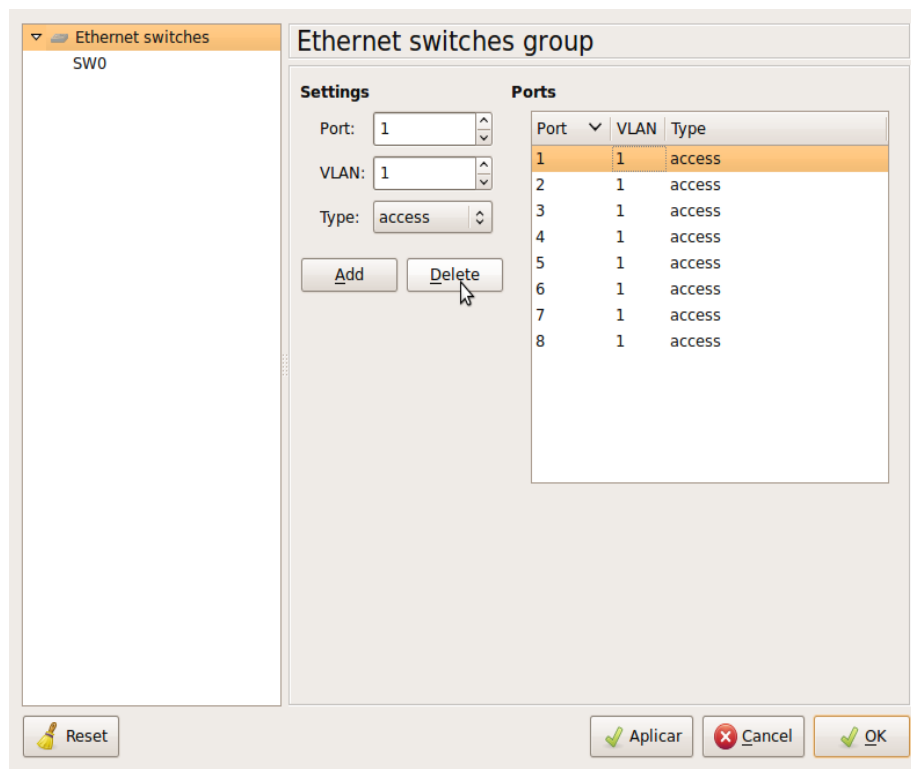
3. Eliminar las interfaces fastethernet que se encuentran por defecto dando click sobre un puerto de la lista que este proporciona.

Figura 73. Panel de interfaces



Fuente: Autores.

Figura 74. Eliminación de interfaces

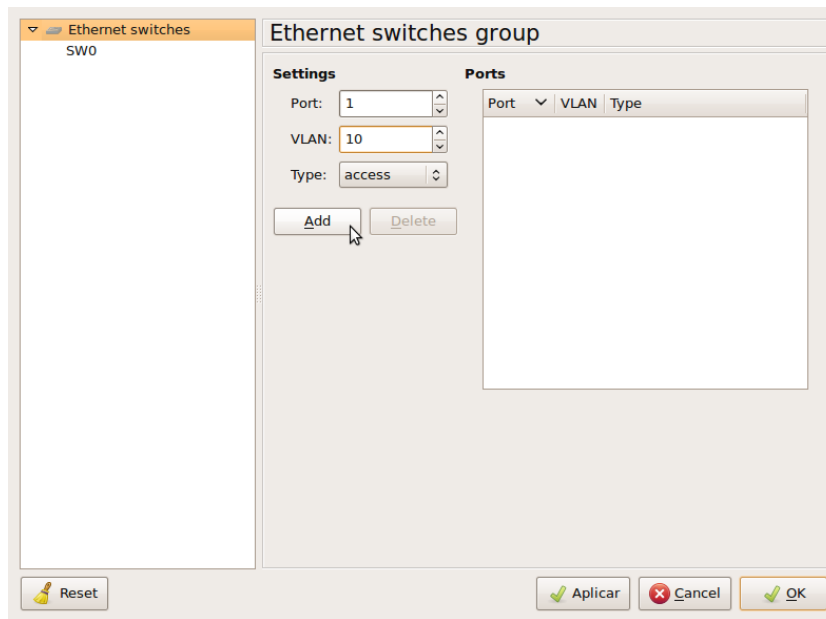


Fuente: Autores.

Nota: la configuración del Switch se realiza con el dispositivo apagado, es decir que no se encuentre conectado a otro dispositivo para poder eliminar y agregar interfaces fastethernet.

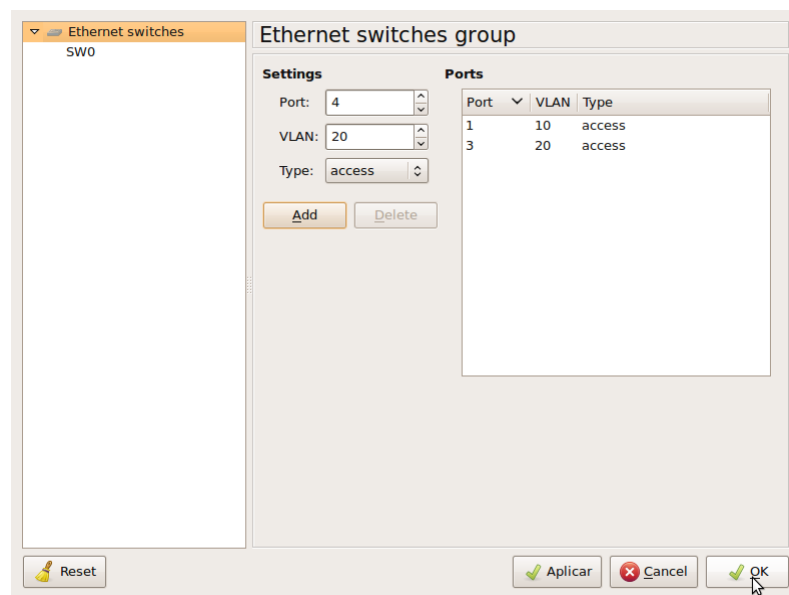
4. Se agregan las interfaces fastethernet con su respectivas vlans, y el modo de acceso en la opción **type**; que puede ser Access o dot1q una vez terminadas de añadir al Switch Ethernet, click en aplicar y click en ok.

Figura 75. Agregar interfaces



Fuente: Autores.

Figura 76. Interfaces añadidas

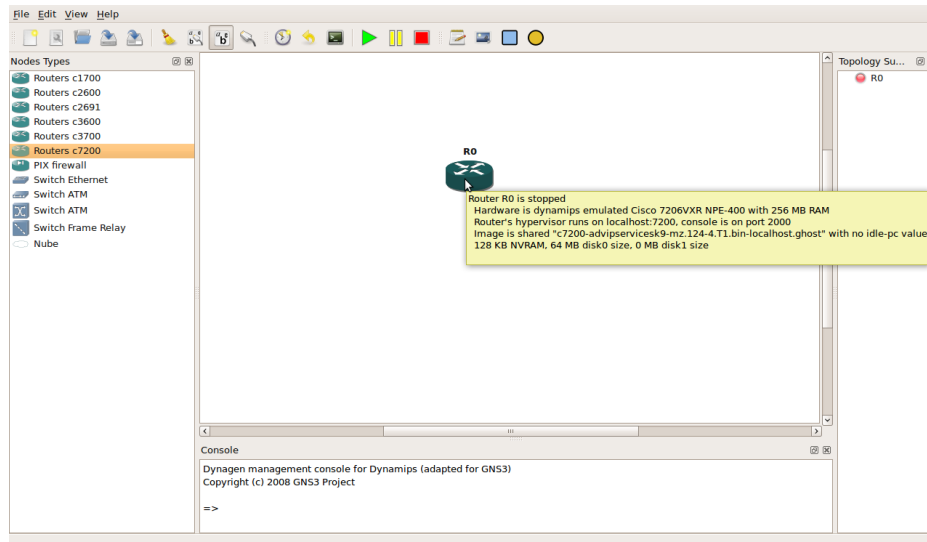


Fuente: Autores.

3.7.2 Configuración de un Router Cisco en GNS3: la configuración de un router cisco se realiza así:

1. Escoger el router a trabajar y arrastrarlo hasta el área de trabajo.

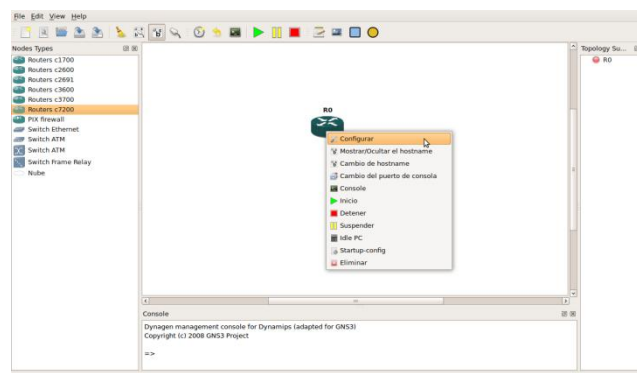
Figura 77. Elección de router



Fuente: Autores.

2. Click derecho sobre el icono del router, se escoge la opción configurar.

Figura 78. Opción configurar router

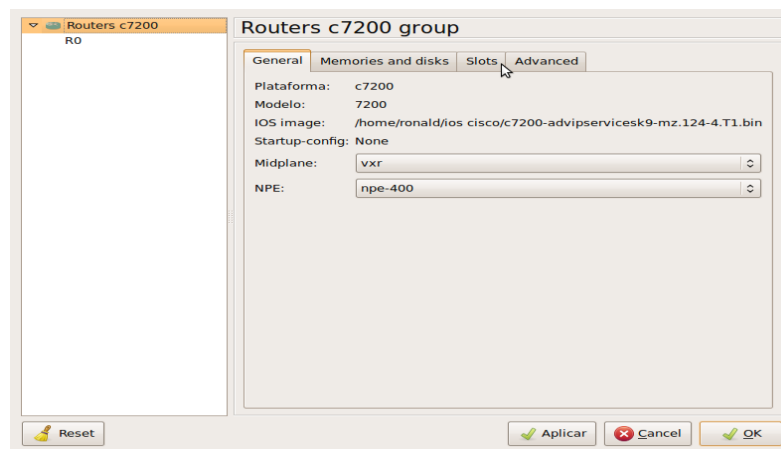


Fuente: Autores.

Nota: todos los pasos que se realizan aquí para la configuración de un router es la misma para todos los demas disponibles en el GNS3.

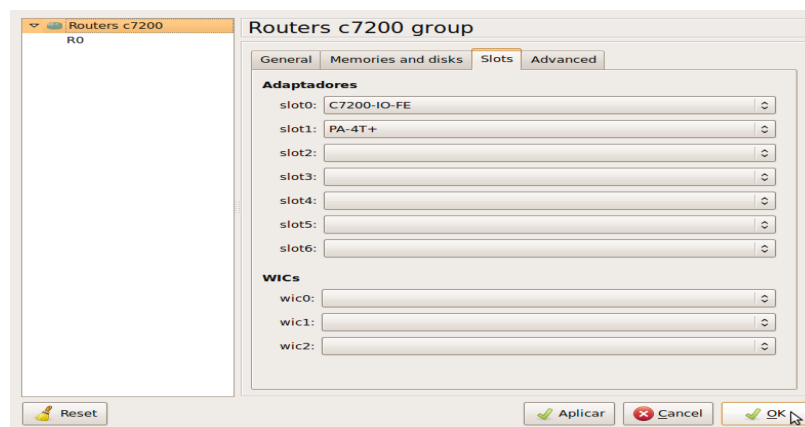
A través de la pestaña de slots se agregan al router adaptadores de interfaces fastethernet y/o interfaces seriales para poder conectarse con otros dispositivos.

Figura 79. Opción slots



Fuente: Autores.

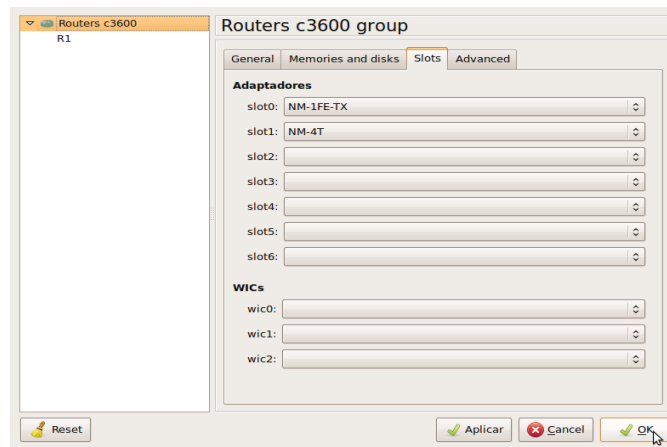
Figura 80. Elección slots router 7200



Fuente: Autores.

Nota: los adaptadores en cada router tiene diferentes nombres, ejemplo la interface serial en el router c7200 es PA-4T, en el router c3600 la interface serial es NM-4T.

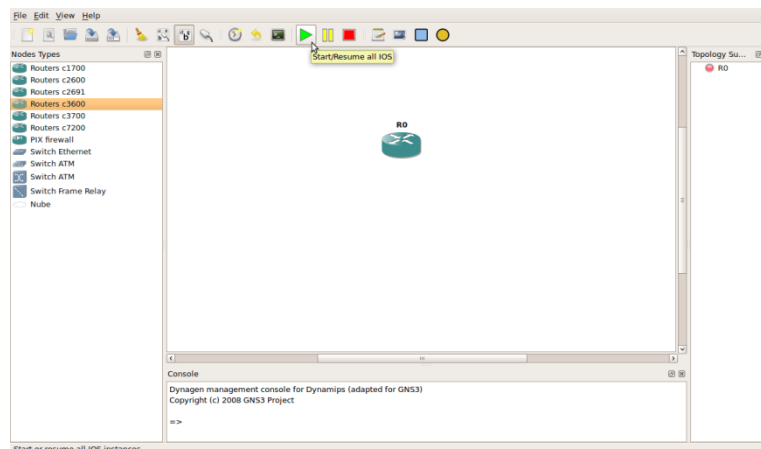
Figura 81. Elección slots router 3600



Fuente: Autores.

3. Insertados los adaptadores de las interfaces, se procede a iniciar el router, es decir se enciende el dispositivo dando click en el botón Start.

Figura 82. Opción arrancar router

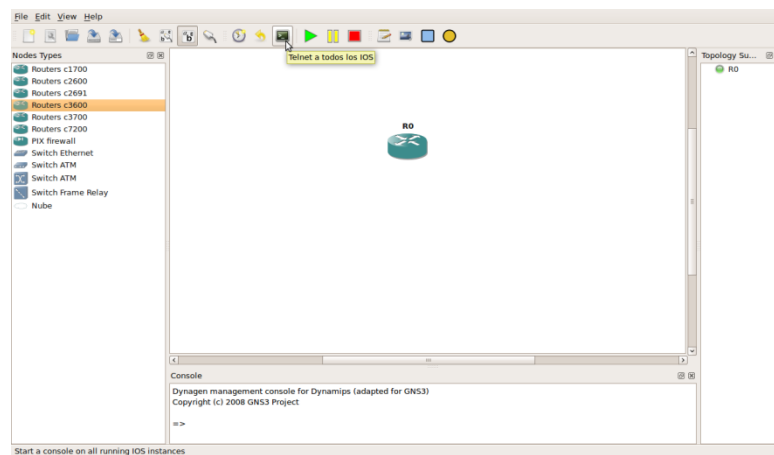


Fuente: Autores.

- Seguido a lo anterior dar click en el botón telnet, el cual es la terminal donde se introducen los comandos para la configuración y operación de un router.

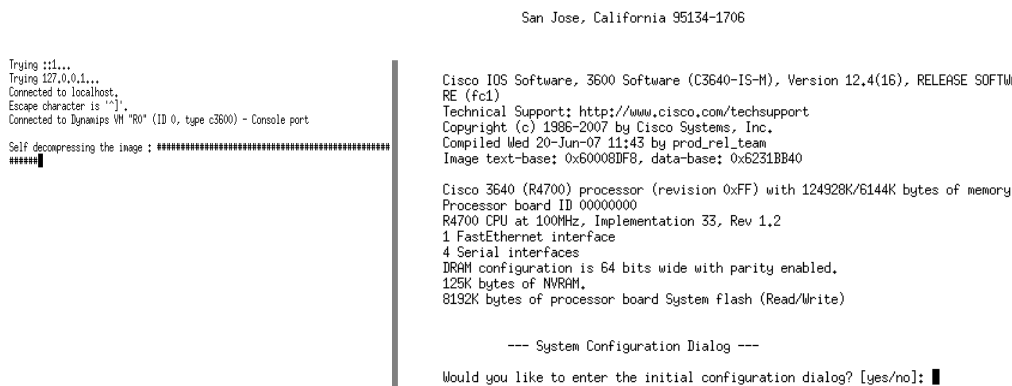
Nota: para poder abrir la terminal de comando de un router debe darse antes click al botón Start (inicio) del router a configurar.

Figura 83. Iniciar líneas de comando router



Fuente: Autores

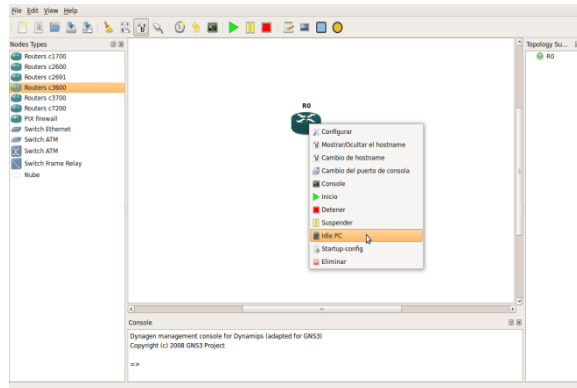
Figura 84. Arranque IOS router



Fuente: Autores.

5. Ajuste de Idle PC. Click derecho sobre el icono del router a configurar, elegir la opción Idle PC.

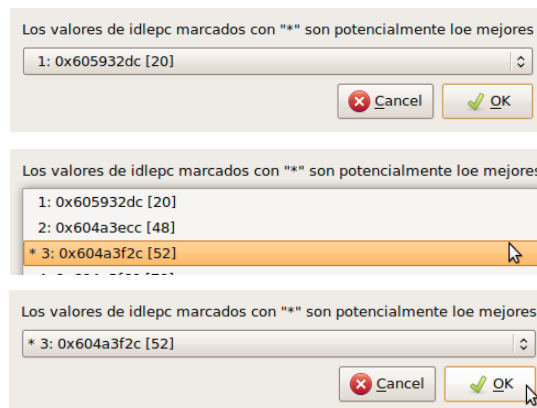
Figura 85. Ajuste de Idle PC en el router



Fuente: Autores.

El Idle PC, consiste en un porcentaje de operación en formato hexadecimal que se le carga al router para que su funcionamiento no exceda los requerimientos mínimos que posee la máquina y llegue a saturarse.

Figura 86. Elección valor Idle PC en el router



Fuente: Autores.

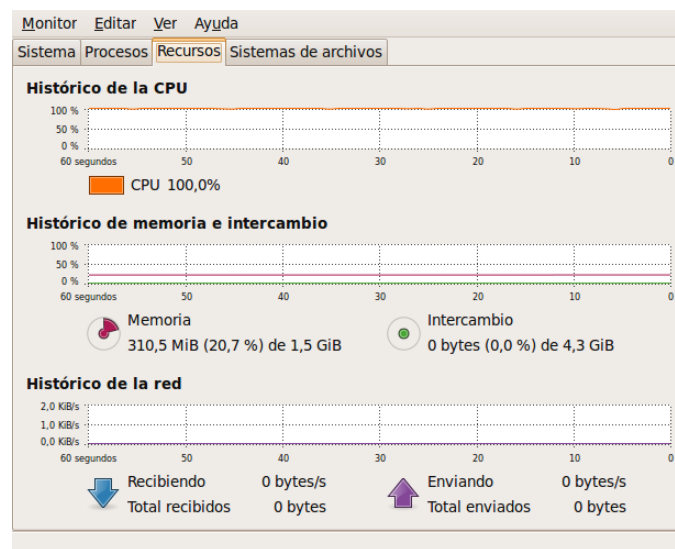
Nota: estos valores se encuentran establecidos en el GNS3. Recomendación debe elegirse los valores más bajos marcados con un asterisco. Para observar el consumo que produce el router al PC una vez encendido, se utiliza el monitor del sistema de **Karmic Koala**.

Figura 87. Menú monitor del sistema



Fuente: Autores.

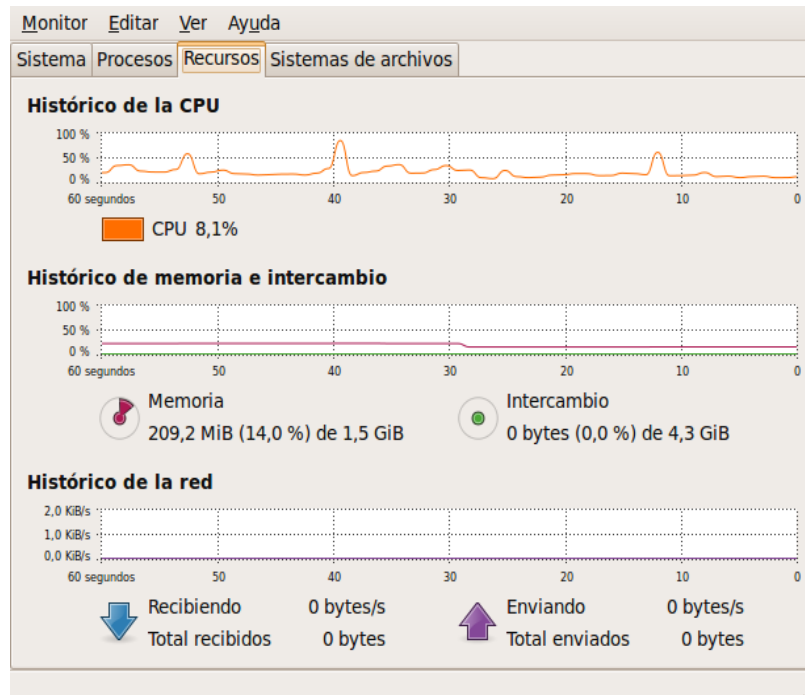
Figura 88. Monitor del sistema sin Idle PC configurado.



Fuente: Autores.

La figura anterior muestra el monitor del sistema una vez iniciado el router, aún sin configurar el Idle PC.

Figura 89. Monitor del sistema con Idle PC configurado



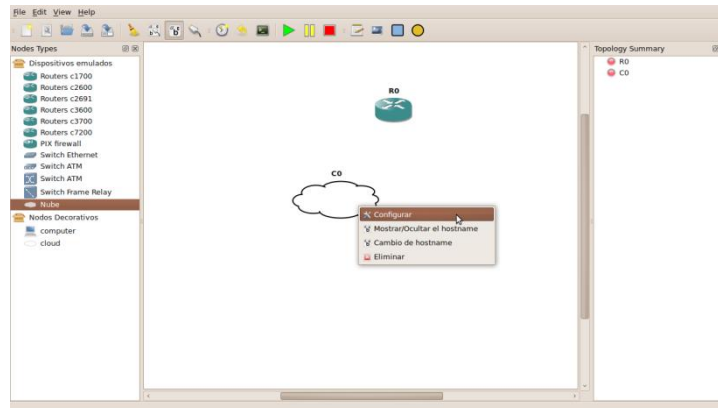
Fuente: Autores

Monitor del sistema iniciado el router y configurado el Idle PC, para un consumo mínimo de recursos de la máquina.

3.7.3 Configuración de la Nube (Cloud) en GNS3: se escoge el icono, arrastrarlo al área de trabajo.

1. Se procede a dar click derecho sobre la nube y se escoge la opción configurar.

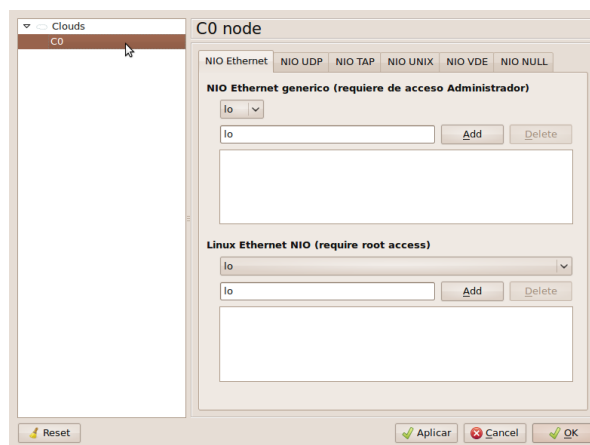
Figura 90. Opción configurar nube



Fuente: Autores

2. Luego se procede a dar click sobre la opción “c0”; mostrando las opciones de conexión del nodo c0.

Figura 91. Opciones de conexiones nodo c0.

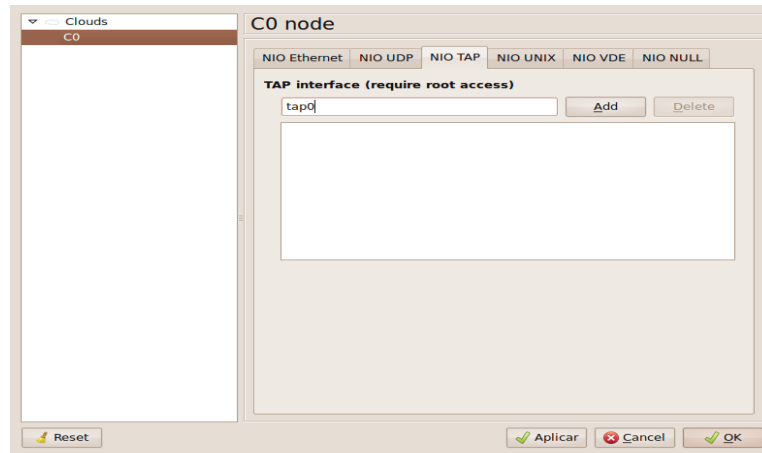


Fuente: Autores

3. Se escoge la opción NIO TAP y se le asigna un nombre a la interfaz que se va a utilizar en este caso tap0, que fué el nombre de la interfaz

de toque virtual creada anteriormente. Luego se pulsa sobre el botón Add; para agregar la interfaz.

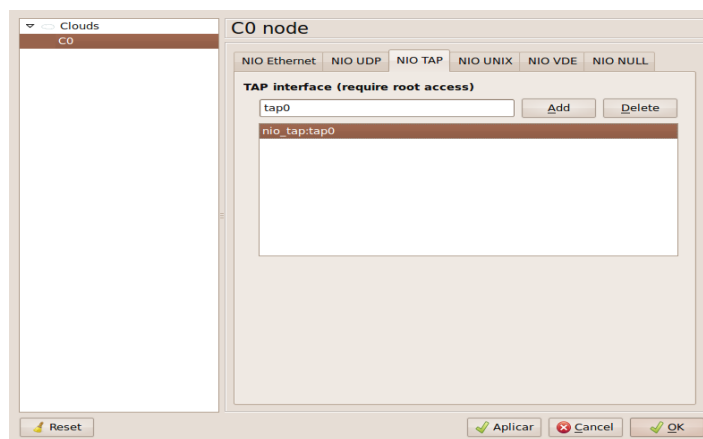
Figura 92. Opción NIO TAP



Fuente: Autores

4. Una vez agregada la interfaz de toque en la configuración de la nube (cloud); se aplican los cambios haciendo click sobre el botón Aplicar y luego sobre el botón aceptar (OK).

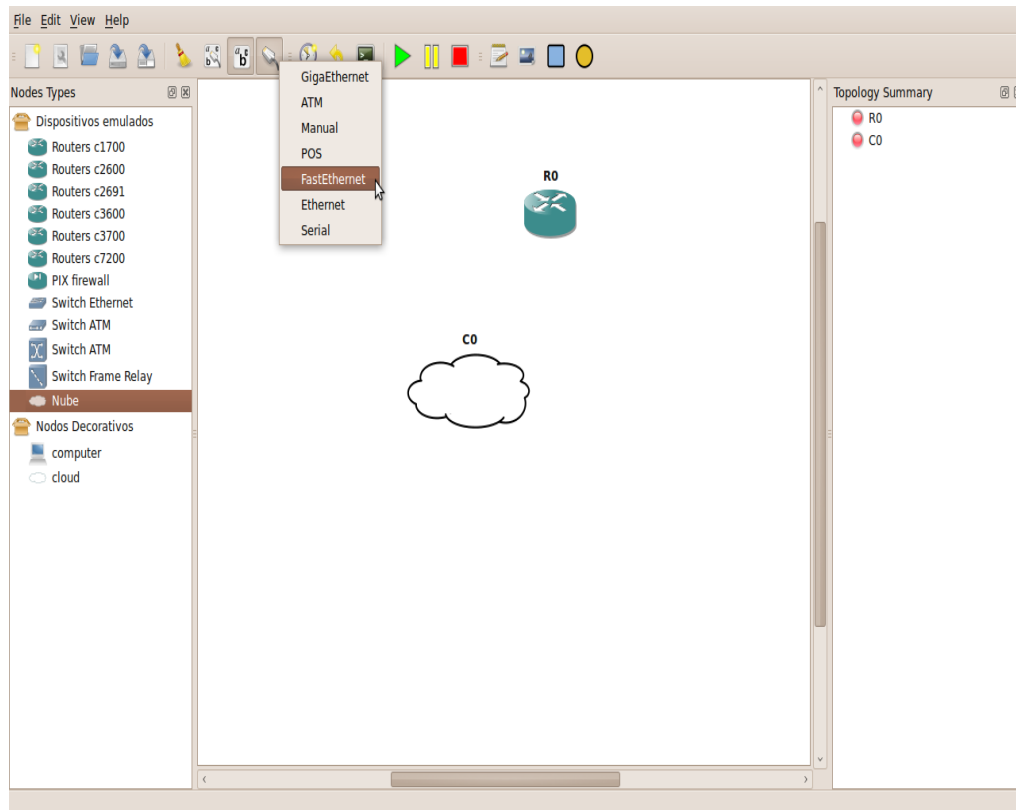
Figura 93. Añadir interfaz de toque.



Fuente: Autores.

5. Para saber que la configuración quedó bien realizada se procede a realizar la conexión de la nube con R0; haciendo click sobre la herramienta de conectar dispositivos se toma la opción fastethernet.

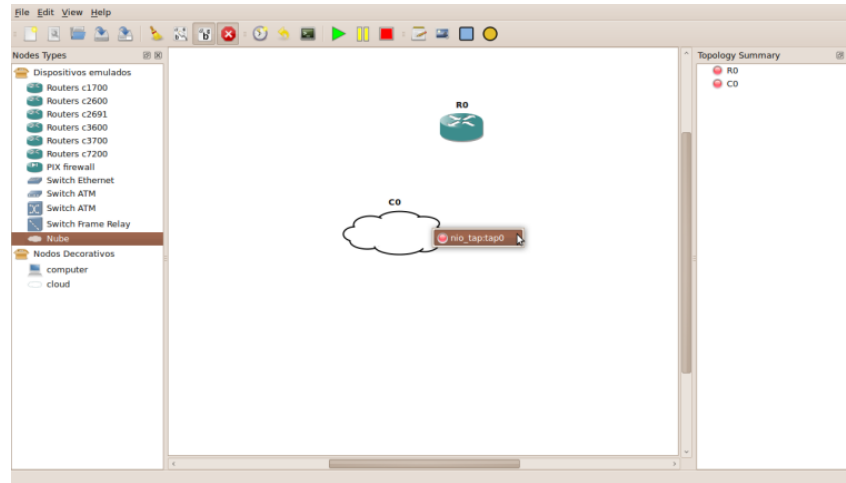
Figura 94. Opción de conexión



Fuente: Autores.

6. Hecho esto se escoge la nube y se hace click derecho sobre ella la cual indica el nombre o los nombres de las interfaces que esta tuviera asociada. En este caso **nio:tap:tap0**

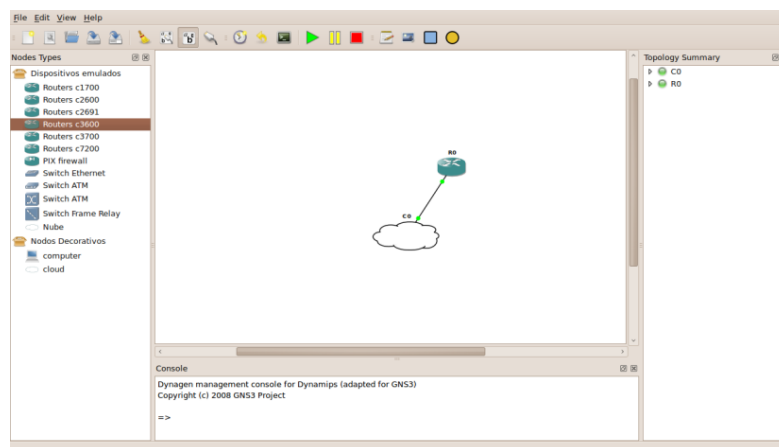
Figura 95. Elección interface nube



Fuente: Autores.

Luego se procede a conectar el otro extremo del enlace en R0; se inicia el router R0 dando click en el botón Start y se puede apreciar los extremos de la conexión con dos puntos verdes, indicando que la conexión se encuentra en estado activo.

Figura 96. Conexión de la nube con router



Fuente: Autores.

4. LABORATORIOS DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS DE ADMINISTRACIÓN DE COLAS

4.1 LABORATORIO COLA FIFO Y WFQ

En el siguiente laboratorio se va a demostrar las ventajas y desventajas al utilizar la cola FIFO y la cola WFQ dada una topología de red mostrada en la figura 97.

Introducción de las colas a utilizar:

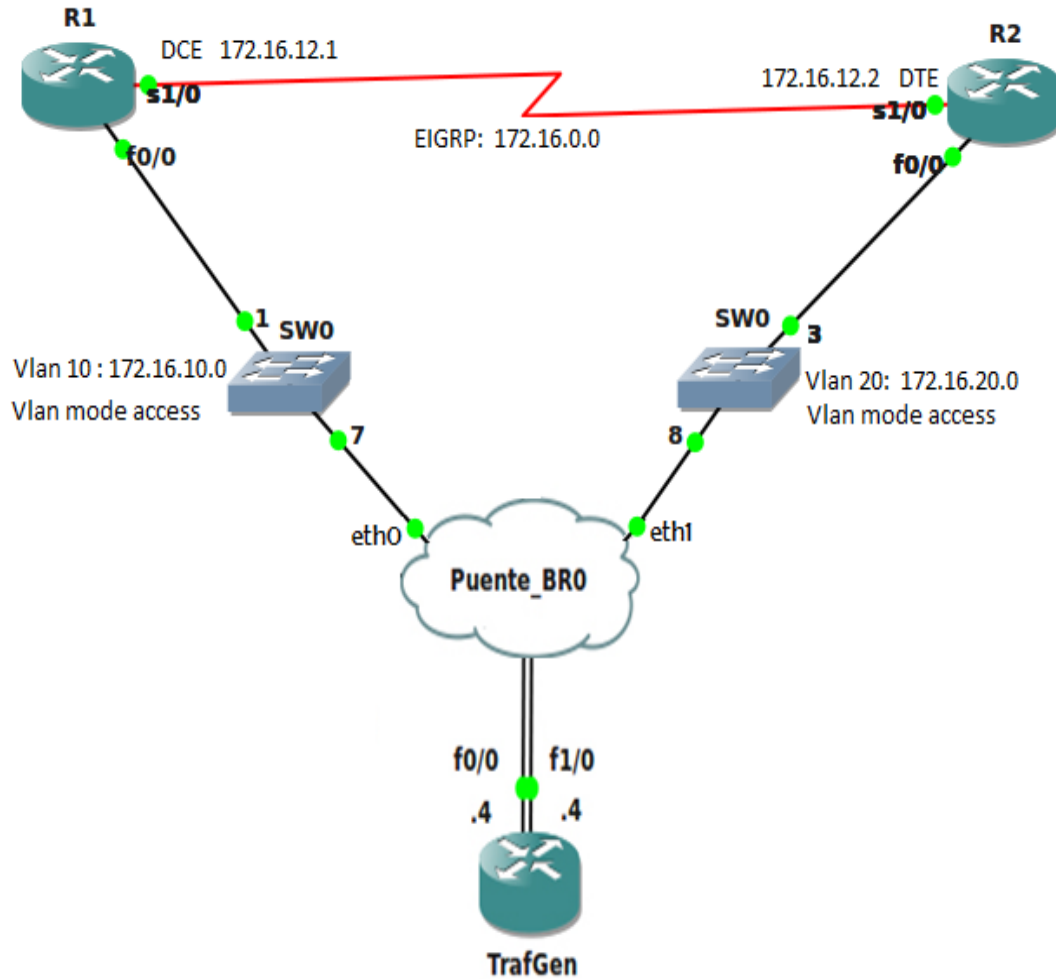
4.1.1 Cola FIFO (First In First Out):

El primero en llegar el primero en ser atendido, es decir a la medida que recibe los paquetes de datos los envía, este mecanismo de cola se encarga de el almacenamiento de paquetes cuando la red está congestionada y la transmisión por orden de llegada cuando la red ya no está congestionada manteniendo el orden de llegada. Este tipo de mecanismo de cola es la más rápida ideal para conexiones de interfaces seriales mayores a una T1 ó 1.5Mbps; por defecto en las interfaces de red (NIC) en una estación viene incluida.

4.1.2 Cola WFQ (Weighted Fair Queueing):

Como su nombre lo indica se basa en un flujo justo ponderado por peso, esta soporta que cada cola pueda ser atendida de forma equitativa dándole a cada una un peso que le determina un porcentaje de ancho de banda del puerto de salida de manera que el envío de datos sea de forma justa. Este tipo de administración de cola está diseñada para que se adapte automáticamente a las condiciones cambiantes del tráfico de red a velocidades por debajo de una E1 ó 2.048Mbps.

Figura 97. Topología de red.



Fuente: Autores

Realizado el montaje de la topología de red en GNS3, se procede a la configuración de los dispositivos que interactúan en ella.

4.1.3 Configuración del Switch.

Remítase a Configuración de un Switch Ethernet en GNS3 y configure lo siguientes

4.1.4 Configuración de los Routers.

Remítase a configuración de interfaces en Routers de GNS3.

Estando en modo consola en GNS3:

```
R1(config)# interface fastethernet 0/0  
R1(config-if)# ip address 172.16.10.1 255.255.255.0  
R1(config-if)# no shutdown
```

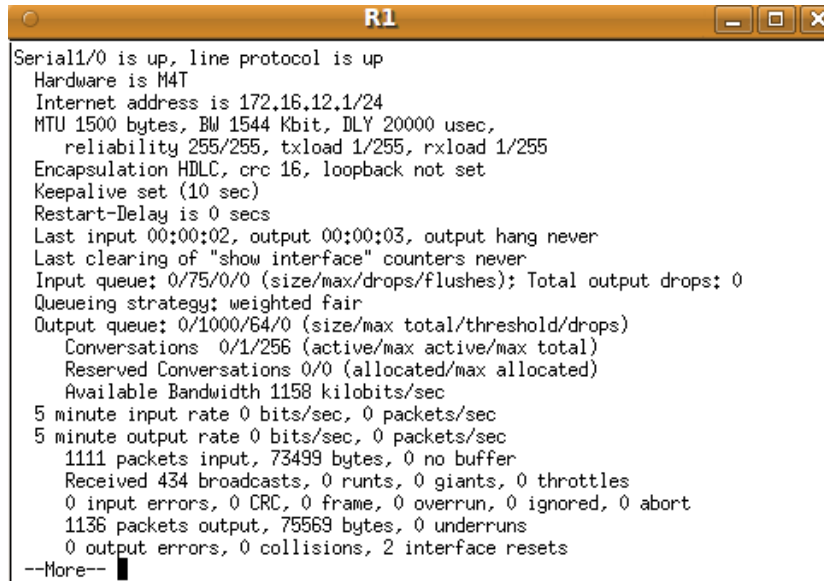
```
R1(config)# interface serial 1/0  
R1(config-if)# ip address 172.16.12.1 255.255.255.0  
R1(config-if)# no shutdown
```

```
R2(config)# interface fastethernet 0/0  
R2 (config-if)# ip address 172.16.20.2 255. 255. 255 .0  
R2(config-if)# no shutdown
```

```
R2(config)# interface serial 1/0  
R2 (config-if)# ip address 172.16.12.2 255. 255. 255 .0  
R2(config-if)# no shutdown
```

Una vez terminada la configuración de las interfaces de los Routers se procede a ver qué ancho de banda tiene configurado la interface serial1/0 en R1. Se Introduce la línea de comando **show interfaces serial1/0** a través de una consola Telnet.

Figura 98. Show interface serial default



```
R1
Serial1/0 is up, line protocol is up
Hardware is M4T
Internet address is 172.16.12.1/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
  reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, crc 16, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Restart-Delay is 0 secs
Last input 00:00:02, output 00:00:03, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
  Conversations  0/1/256 (active/max active/max total)
  Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
  Available Bandwidth 1158 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  1111 packets input, 73499 bytes, 0 no buffer
  Received 434 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
  1136 packets output, 75569 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 2 interface resets
--More--
```

Fuente: Autores

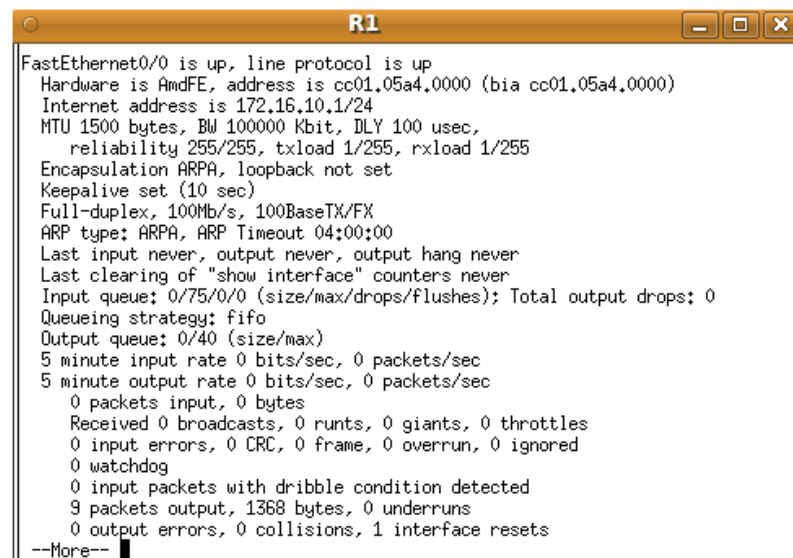
La estrategia de cola por defecto en router Cisco en su interface serial es weighted fair o encolamiento WFQ; y en las interfaces fastethernet la estrategia utilizada es FIFO.

Analizando la información de la figura xxxxxx se puede apreciar que la interface serial1/0 posee un ancho de banda de 1.544 Mbps por defecto y que se encuentra habilitada la configuración que por defecto trae el clock rate. Además se observa el tráfico que esta fluyendo a la tasa de acceso actual del reloj en un ancho de banda de 1544 Kbps, el tipo de administración de cola que está utilizando, también se puede determinar el radio de transmisión definido por la fracción tasa de salida (output rate) / parámetro de ancho de banda (bandwidth parameter), el resultado de esta operación es aproximadamente la mitad mas uno de la cantidad máxima de tráfico que puede ser enviado a través de la interface con un ancho de banda de 1544 Kbps, por lo tanto puede ser representado como una fracción con valores de

255 así que se puede almacenarse en valores de 8 bit a través de un sistema operativo.

De igual manera se observa la interface fastethernet0/0 donde se puede ver cuánto ancho de banda presenta y qué tipo de encolamiento tiene configurado. Ejecutar la línea de comando **show interfaces fastethernet0/0**.

Figura 99. Show interface serial FIFO



```
R1
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Hardware is AmdFE, address is cc01.05a4.0000 (bia cc01.05a4.0000)
Internet address is 172.16.10.1/24
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  0 packets input, 0 bytes
  Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
  0 watchdog
  0 input packets with dribble condition detected
  9 packets output, 1368 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
--More--
```

Fuente: Autores

Para configurar la estrategia de cola FIFO en la interfaz serial 1/0 en R1 se ejecuta lo siguiente:

R1 configure terminal

R1 (config)# interface serial1/0

R1 (config-if)# no fair-queue

A continuación se configura los parámetros de ancho de banda en las interfaces seriales para cada Router.

```
R1 (config)# interface serial1/0
```

```
R1 (config-if)# bandwidth 800
```

```
R2 (config)# interface serial1/0
```

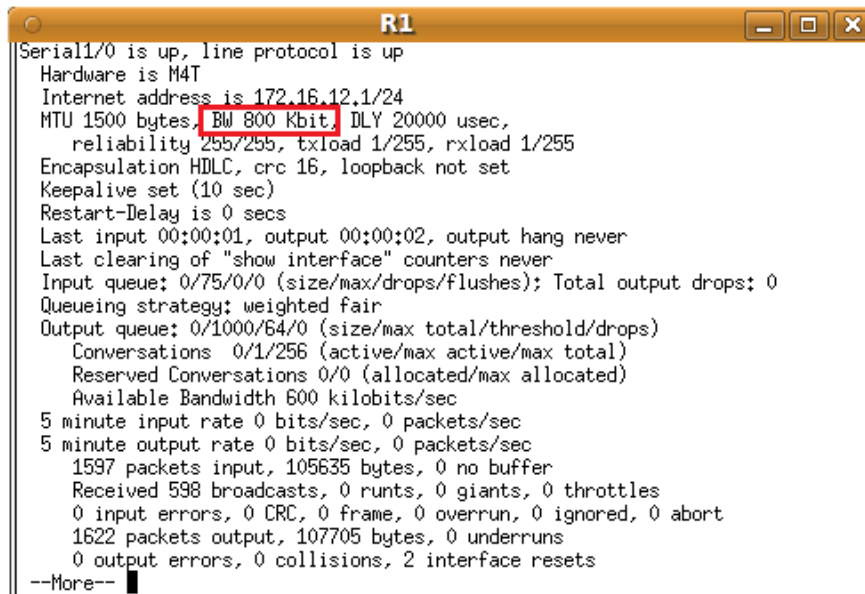
```
R2 (config-if)# bandwidth 800
```

Una vez hecho esto se procede a introducir el comando **show interface serial 1/0**

En R1 y en R2.

Observar que el valor de BW = 800Kbit

Figura 100. Configuración ancho de banda BW



```
R1
Serial1/0 is up, line protocol is up
  Hardware is M4T
  Internet address is 172.16.12.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 800 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation HDLC, crc 16, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Restart-Delay is 0 secs
  Last input 00:00:01, output 00:00:02, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: weighted fair
  Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
    Conversations 0/1/256 (active/max active/max total)
    Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
    Available Bandwidth 600 kilobits/sec
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    1597 packets input, 105635 bytes, 0 no buffer
    Received 598 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    1622 packets output, 107705 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 2 interface resets
  --More--
```

Fuente: Autores

Luego se usará el protocolo de enrutamiento EIGRP para Routers Cisco de capa 3 en la interface serial para suministrar conectividad a todas las redes en la topología.

```
R1 (config)# router eigrp 1  
R1 (config-router)# no auto-summary  
R1 (config-router)# network 172.16.0.0
```

```
R2 (config)# router eigrp 1  
R2 (config-router)# no auto-summary  
R2 (config-router)# network 172.16.0.0
```

Se genera tráfico a la topología de red en GNS3 a través del Router externo que contiene el TrafGen (Generador de tráfico de red), y el NQR para tomar estadísticas de la cola CQ y PQ.

Figura 101. Configuración TrafGen

```
Router#tgn  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:none)#Fastethernet0/0  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:none)#Add tcp  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#Rate 1000  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#12-dest 0017.9542.d158  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#13-src 172.16.10.4  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#13-dest 172.16.20.4  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#14-dest 23  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#Length random 16 to 1500  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#Burst on  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#Burst duration off 1000 to 2000  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#Burst duration on 1000 to 3000  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:1/1)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:2/2)#14-dest 80  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:2/2)#Data ascii 0 GET /index.html HTTP/1.1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:2/2)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:3/3)#14-dest 21  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:3/3)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:4/4)#14-dest 123  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:4/4)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:5/5)#14-dest 110  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:5/5)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:6/6)#14-dest 25  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:6/6)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:7/7)#14-dest 22  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:7/7)#Add fastethernet0/0 1  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:8/8)#14-dest 6000  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:8/8)#!  
Router(TGN:OFF,Fa0/0:8/8)#End  
Router#tgn start
```

Fuente: Autores

Este procedimiento se debe realizar directamente sobre el Router externo que contiene el paquete de generación de tráfico TrafGen el cual incluye el NQR para la toma de estadísticas en el envío de paquetes a través de una red. Para ello se conecta un cable de consola del Router a un computador en

donde se abre una HyperTerminal para poder acceder al IOS del Router y ejecutar las líneas de comandos necesarias para la operación de este.

Pasado un tiempo se detiene el TrafGen para poder capturar paquetes con el NQR y realizar un informe estadístico del tráfico de la red.

Las estadísticas del tráfico se realizan con la herramienta NQR sobre el Router externo que posee el TrafGen, este sirve para analizar de forma estadística el tráfico de paquetes generados por el TrafGen y ver el desempeño de las diferentes tipos de administración de colas, generando un reporte del número de paquetes perdidos, retardos y jitter (Variación del retardo).

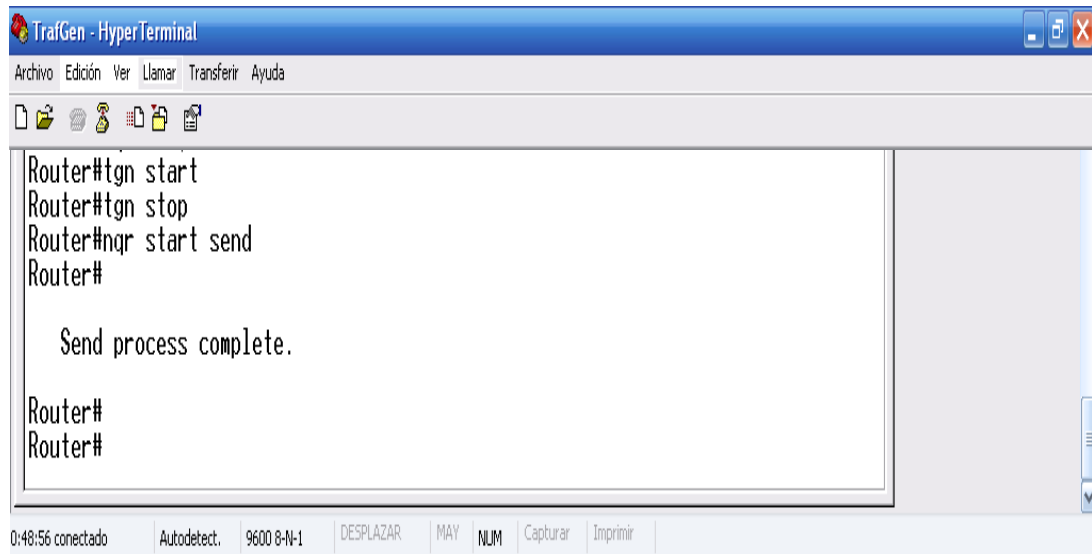
Se captura paquetes a través de NQR, para generar un informe detallado estadísticos de los parámetros de la red.

Figura 102. Configuración del NQR

```
Router#nqr
Router(NQR:OFF,Fa0/0:none)#FastEthernet0/0
Router(NQR:OFF,Fa0/0:none)#Add tcp
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#send 1000
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#rate 60
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#Length random 200 to 1000
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#12-dest 0017.9542.d158
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#13-src 172.16.10.4
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#13-dest 172.16.20.4
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#14-dest 23
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#fastEthernet0/1 capture
Router(NQR:OFF,Fa0/0:1/1)#add clone-of 1
Router(NQR:OFF,Fa0/0:2/2)#14-dest 21
Router(NQR:OFF,Fa0/0:2/2)#add clone-of 1
Router(NQR:OFF,Fa0/0:3/3)#14-dest 119
Router(NQR:OFF,Fa0/0:3/3)#add clone-of 1
Router(NQR:OFF,Fa0/0:4/4)#14-dest 22
Router(NQR:OFF,Fa0/0:4/4)#add clone-of 1
Router(NQR:OFF,Fa0/0:5/5)#14-dest 6000
Router(NQR:OFF,Fa0/0:5/5)#
Router(NQR:OFF,Fa0/0:5/5)#_
```

Fuente: Autores

Figura 103. Puesta en marcha del NQR



```
Router#tgn start
Router#tgn stop
Router#nqr start send
Router#

Send process complete.

Router#
Router#
```

Fuente: Autores

A continuación se observa las estadísticas suministradas por el NQR por grupos de 1000 muestras de los paquetes enviados a través del TrafGen y enrutados de vuelta visualizando la administración de cola FIFO implementada en R1 en la interface fastethernet0/0 del TrafGen.

Para visualizar las estadísticas de secuencia de paquetes se digita:

```
Router# nqr
Router(NQR:OFF,fa0/0:5/5)#show pkt-seq-drop-stats
```

4.1.5 Estadísticas de rendimiento utilizando cola FIFO

Figura 104. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola WFQ

```
Router(NQR:OFF,Fa0/0:5/5)#show pkt-seq-drop-stats
```

Summary of packet sequence/drop stats of traffic streams							
ts#	template	interface	sent	rcvd	dropped	out-of-seq	max-seq
1	TCP	Fa0/0	1000	145	855	97	42
2	TCP	Fa0/0	1000	140	860	93	41
3	TCP	Fa0/0	1000	70	930	28	41
4	TCP	Fa0/0	1000	68	932	27	41
5	TCP	Fa0/0	1000	106	894	62	41

Fuentes: Autores

Ahora para ver las estadísticas de retardo se digita:

```
Router(NQR:OFF,fa0/0:5/5)#show delay-stats
```

Figura 105. Estadísticas de retardo utilizando cola FIFO

```
Router(NQR:OFF,Fa0/0:5/5)#show delay-stats
```

Summary of delay-stats of traffic streams						
ts#	template	interface	min-delay	max-delay	avg-delay	stdev-delay
1	TCP	Fa0/0	0.061330	8.572656	6.778502	2.453080
2	TCP	Fa0/0	0.055813	8.605270	6.721797	2.495342
3	TCP	Fa0/0	0.096117	8.538531	5.327112	2.814624
4	TCP	Fa0/0	0.113787	8.461416	5.181881	2.707257
5	TCP	Fa0/0	0.073516	8.560648	6.247524	2.656196

Fuente: Autores

Y las estadísticas de Jitter se obtienen con el siguiente comando:

```
Router(NQR:OFF,fa0/0:5/5)#show jitter-stats
```

Figura 106. Estadísticas del jitter utilizando la cola FIFO

```
Router(NQR:OFF,Fa0/0:5/5)#show jitter-stats
```

Summary of jitter-stats of traffic streams						
ts#	template	interface	min-jitter	max-jitter	avg-jitter	stdev-jitter
1	TCP	Fa0/0	0.070754	3.708890	2.336127	0.822279
2	TCP	Fa0/0	0.069409	3.603421	2.379305	0.828387
3	TCP	Fa0/0	0.103427	4.173969	2.576842	1.222738
4	TCP	Fa0/0	0.123749	3.714646	2.491180	1.151394
5	TCP	Fa0/0	0.089718	3.676137	2.522630	0.918574

Fuente: Autores

4.1.6 Configuración de WFQ

Para configurar la estrategia de cola WFQ en la interfaz serial 1/0 en R1, en caso de que no se encontrara por defecto en esa estrategia; se ejecuta lo siguiente:

```
R1# configure terminal
```

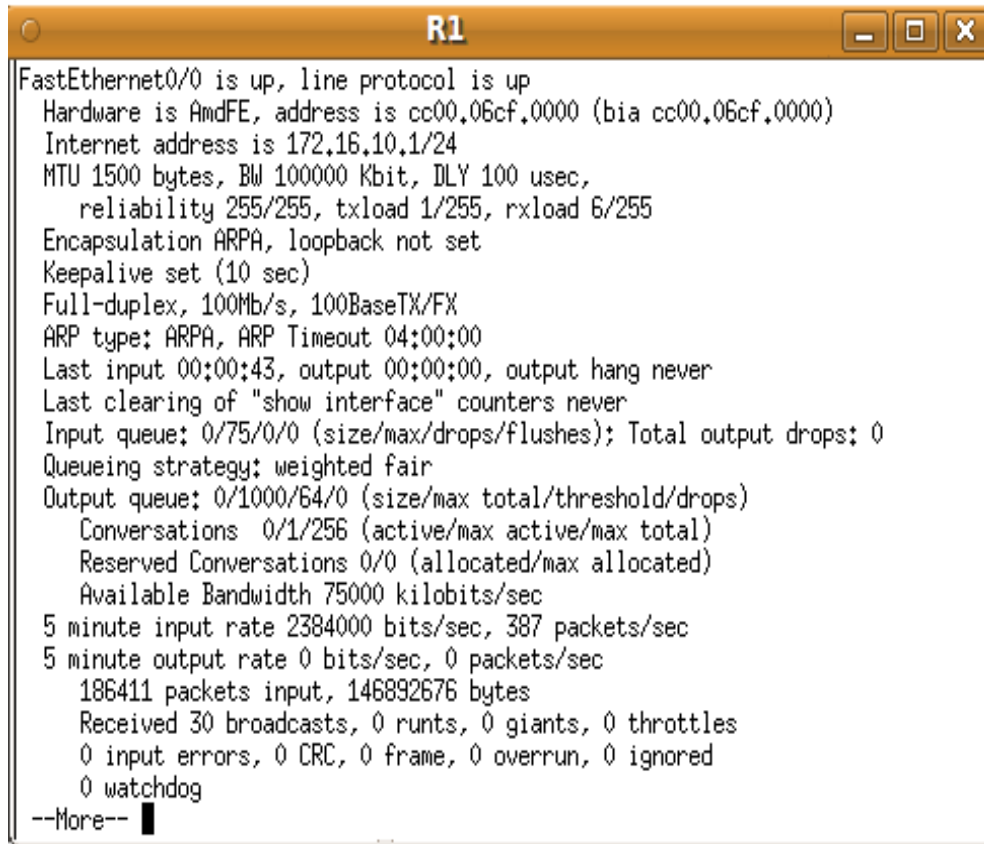
```
R1 (config)# interface serial1/0
```

```
R1 (config-if)# fair-queue
```

Este mismo procedimiento se le hace a la interfaz f0/0 en R2 en el caso que tenga otra estrategia de cola.

Ejecutando el comando **show interface serial 1/0** se tiene:

Figura 107. Verificación estrategia de cola WFQ



```
R1
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is AmdFE, address is cc00.06cf.0000 (bia cc00.06cf.0000)
  Internet address is 172.16.10.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 6/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
  Last input 00:00:43, output 00:00:00, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: weighted fair
  Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
    Conversations 0/1/256 (active/max active/max total)
    Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
    Available Bandwidth 75000 kilobits/sec
  5 minute input rate 2384000 bits/sec, 387 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  186411 packets input, 146892676 bytes
    Received 30 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog
  --More-- █
```

Fuente: Autores

4.1.7 Estadísticas de rendimiento de utilizando WFQ

A continuación se observa la estadísticas de paquetes enviados utilizando el tipo de administración de cola WFQ en la interface fastethernet0/0.

Figura 108. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola WFQ

```
Router#nqr show pkt-seq-drop-stats
```

Summary of packet sequence/drop stats of traffic streams							
ts#	template	interface	sent	rcvd	dropped	out-of-seq	max-seq
1	TCP	Fa0/0	1000	114	886	71	37
2	TCP	Fa0/0	1000	97	903	63	29
3	TCP	Fa0/0	1000	115	885	78	29
4	TCP	Fa0/0	1000	102	898	62	32
5	TCP	Fa0/0	1000	119	881	78	31

Fuente: Autores

Figura 109. Estadísticas de retardo utilizando cola WFQ.

```
Router#nqr show delay-stats
```

Summary of delay-stats of traffic streams						
ts#	template	interface	min-delay	max-delay	avg-delay	stdev-delay
1	TCP	Fa0/0	0.061757	7.385542	5.692103	2.154819
2	TCP	Fa0/0	0.112950	7.423588	5.725380	2.113818
3	TCP	Fa0/0	0.239807	7.360863	5.905235	2.011242
4	TCP	Fa0/0	0.150351	7.389225	5.601197	2.164923
5	TCP	Fa0/0	0.209485	7.436604	5.814336	2.081477

Fuente: Autores

Figura 110. Estadísticas del jitter utilizando la cola WFQ

```
Router#nqr show jitter-stats
```

```
Summary of jitter-stats of traffic streams
```

ts#	template	interface	min-jitter	max-jitter	avg-jitter	stdev-jitter
1	TCP	Fa0/0	0.244694	3.346459	2.054237	0.726623
2	TCP	Fa0/0	0.223860	3.271563	2.031114	0.682375
3	TCP	Fa0/0	0.235947	3.257600	1.919389	0.682229
4	TCP	Fa0/0	0.138261	3.141870	2.074332	0.706460
5	TCP	Fa0/0	0.039311	3.310413	1.981077	0.715940

Fuente: Autores

4.1.8 Comparación de las estrategias de cola FIFO y WFQ

Se observa en las figuras anteriores las estadísticas del comportamiento de una muestra de 1000 paquetes enviados a la red utilizando la administración de cola WFQ.

Se puede determinar que al utilizar la cola FIFO, se produjo una pérdida de paquetes similares comparada al encolamiento por WFQ, con leves diferencias de tiempo de retardo y jitter. Esto se debe a que al utilizar la cola WFQ esta otorga prioridad a los paquetes con tiempo de finalización de envío más cortos mientras que el encolamiento FIFO no hace ningún tipo de priorización.

FIFO es el primer tipo de cola que se implementa por defecto en cualquier tipo de red, si desea entregar muchos paquetes tantos como su buffer pueda

recibir y enviar depende de un aumento en el ancho de banda en la red para dar una respuesta a la necesidad del usuario. WFQ no tiene necesidad de aumentar el ancho de banda debido a que el separa los paquetes de menor peso que se están enviando proporcionando un ancho de banda específico y disminuyendo un poco más la pérdida y el retardo de paquetes.

Tabla 2. Ventajas y Desventajas FIFO Vs WFQ

	Ventajas	Desventajas
FIFO	Rapidez de entrega de paquetes.	No ofrece priorización sobre el tráfico que circula en ella.
	No requiere configuración alguna para emplearse	Porcentaje alto de pérdida de paquetes
	Menos requerimientos computacionales de máquina.	No se adaptable a condiciones de cambio de la red.
WFQ	Prioriza el flujo por peso.	Exige condiciones de máquinas altas para mantener el servicio.
	Se adapta automáticamente a los cambios en la red.	
	Asegura un ancho de banda mínimo para no perder muchos paquetes.	Trabaja a velocidades menores de enlace a 2048Mbps

Fuente: Autores

4.2 LABORATORIO COLA CQ Y PQ

En el siguiente laboratorio se va a demostrar las ventajas y desventajas al utilizar la cola CQ y la cola PQ dada una topología de red mostrada en la figura. Cabe resaltar que todos los dispositivos utilizados en este y el siguiente laboratorio son reales, ya que GNS3 dejaba configurar las IOS de los routers con el encolamiento que se requiriera; pero al momento de inyectar el tráfico con el TrafGen, el router virtual R1 no respondía a su tarea de administrar el tráfico y sacarlo por el puerto serial.

Introducción de las colas a utilizar:

4.2.1 Cola CQ (Custom Queuing): Este tipo de encolamiento se aplica el ajuste de cola Para la configuración de esta estrategia se tienen 16 colas y a estas se le asignan el tipo de datos y protocolos que vayan a ser acopladas a estas; pero teniendo en cuenta que los tipos de datos que no sean clasificados se tienen que configurar en una cola por defecto. El tipo de algoritmo utilizado para la salida por el puerto del router es el Round-Robin (por turno).

Ejemplo:

Cola1 ftp,Telnet,SSH

Cola2 www,video

Cola3 audio

..

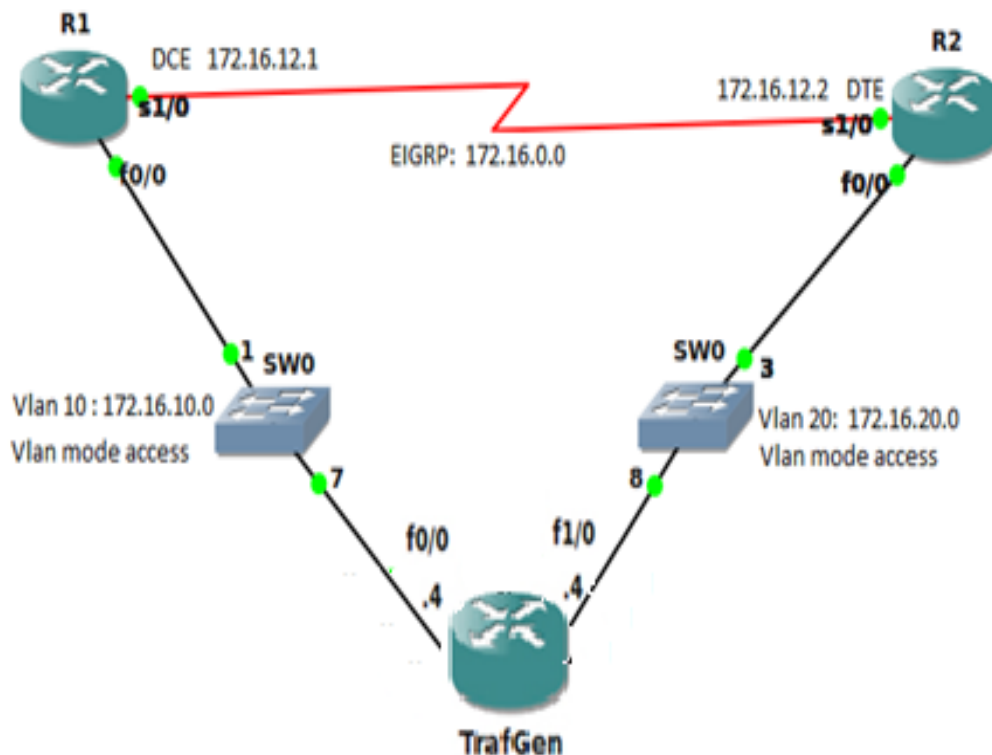
.

Default (Tipos de datos no clasificados en las colas)

Se sabe que se pueden configurar 16 colas pero solo se pueden configurar el número de estas que se consideren necesarias.

4.2.2 Cola PQ (Priority Queuing): esta estrategia posee cuatro colas a configurar que son con prioridad alta, media, normal y baja. Parecido a CQ se clasifican los tipos de datos y protocolos en cada cola; pero el modo de trabajo radica en el que para que se pueda activar la salida de una cola con menor prioridad; la cola o colas de más alta jerarquía deben estar vacías. Necesariamente se deben configurar las cuatro colas donde la cola por defecto se llama: default low.

Figura 111. Topología de red Academia CISCO



Fuente: Autores

Realizado el montaje de la topología de red en los equipos, se procede a su configuración.

4.2.3 Configuración del Switch.

Desde una consola Hyperterminal de Windows:

```
SW0 (config) # interface fastethernet 0/1  
SW0 (config-if)# switchport vlan 10  
SW0 (config-if)# switchport mode access  
SW0 (config) # interface fastethernet 0/7  
SW0 (config-if)# switchport vlan 10  
SW0 (config-if)# switchport mode access
```

```
SW0 (config) # interface fastethernet 0/3  
SW0 (config-if)# switchport vlan 20  
SW0 (config-if)# switchport mode access
```

```
SW0 (config) # interface fastethernet 0/8  
SW0 (config-if)# switchport vlan 20  
SW0 (config-if)# switchport mode access
```

4.2.4 Configuración de los Routers.

```
R1 (config)# interface fastethernet 0/0  
R1 (config-if)# ip address 172.16.10.1 255.255.255.0  
R1 (config-if)# no shutdown
```

```
R1 (config)# interface serial0/0/0  
R1 (config-if)# bandwidth 800  
R1 (config-if)# ip address 172.16.12.1 255.255.255.0  
R1 (config-if)# clock rate 800000  
R1 (config-if)# no shutdown
```

```
R2(config)# interface fastethernet 0/0  
R2 (config-if)# ip address 172.16.20.2 255. 255. 255 .0  
R2(config-if)# no shutdown
```

```
R2(config)# interface serial0/0/0  
R2(config-if)# bandwidth 800  
R2 (config-if)# ip address 172.16.12.2 255. 255. 255 .0  
R2(config-if)# no shutdown
```

4.2.5 Configuración de Custom Queuing

Esta estrategia de cola es configurada en tres pasos:

1. Definir globalmente métodos de clasificación para seleccionar un tráfico a una cola en particular.
2. Definir globalmente el byte contador y el límite de paquetes para cada cola. Este paso es opcional y solo necesita ser configurado cuando se desee.
3. Aplicar el CQ que se creó a una interface en particular, donde reemplazará la estrategia de encolamiento corriente de salida.

A continuación se configurará R1 usando CQ como método de encolamiento sobre el enlace serial frente a R2.

Se pueden configurar hasta 16 colas en cada lista de colas. Cada lista de colas representa un conjunto de colas que juntas pueden ser aplicadas como una estrategia CQ sobre una interface. En este laboratorio se empleará queue list 7.

El tráfico es enviado de cada cola en secuencia hasta que byte count llega a su límite o es excedido; entonces la próxima cola es procesada.

Cuando un tráfico Telnet es enviado de un router a otro, los paquetes IP son etiquetados con IP Precedence de 6, Internet control.

Para comenzar se creará en la consola de R1 una Access list (ACL) y se usará para seleccionar el tráfico el comando IP precedence.

```
R1(config)# Access-list 101 permit ip any any precedence internet
```

Ahora se aplica la ACL a CQ usando la estructura **queue-list** queue-list-number **protocol ip** queue-number **list** Access-list-number .

```
R1(config)#queue-list 7 protocol ip 1 list 101
```

El resto de las colas que se configuran en esta lista de colas estarán relacionadas con los números de puertos TCP. La clasificación basada sobre el número de puerto es bastante simple usando la estructura **queue-list** queue-list-number **tcp** port-number o **udp** port-number. Sin embargo solo se utilizarán en este caso el tráfico generado por el TrafGen que usa TCP como protocolo de transporte.

Se va a clasificar SSH (TCP puerto 22), y telnet dentro de la cola 2, NTP (TCP puerto 123), dentro de la cola 3, y XWindows (TCP puerto 6000) y HTTP dentro de la cola 4.

```
R1 (config)# queue-list 7 protocol ip 2 tcp 22
```

```
R1 (config)# queue-list 7 protocol ip 2 tcp telnet
```

```
R1 (config)# queue-list 7 protocol ip 3 tcp 123
```

```
R1 (config)# queue-list 7 protocol ip 3 tcp 6000
```

```
R1 (config)# queue-list 7 protocol ip 4 tcp www
```

Para el tipo de tráfico que no fue asignado a ninguna de las colas se procede a utilizar **queue-list queue-list-number default queue-number**. Seleccionando la cola 4 como cola por defecto.

```
R1 (config)# queue-list 7 default 4
```

Ahora que ya se han clasificado los paquetes dentro de las colas se procede a ajustar los parámetros de colas. Para reducir el tamaño de la cola 1 de 20 paquetes que trae por defecto, a 10 paquetes se aplica **queue-list queue-list-number queue queue-number limit limit**.

```
R1 (config)# queue-list 7 queue 1 limit 10
```

La cola default, que es la cola 4; probablemente tiene más tráfico que otras colas. Entonces se va a elevar el byte count a 3000, que es el doble del valor por defecto de 1500 para que esta cola pueda procesar un mayor número de paquetes y el porcentaje de pérdida de los mismos en esta cola se reduzcan.

```
R1 (config)# queue-list 7 queue 4 byte-count 3000
```

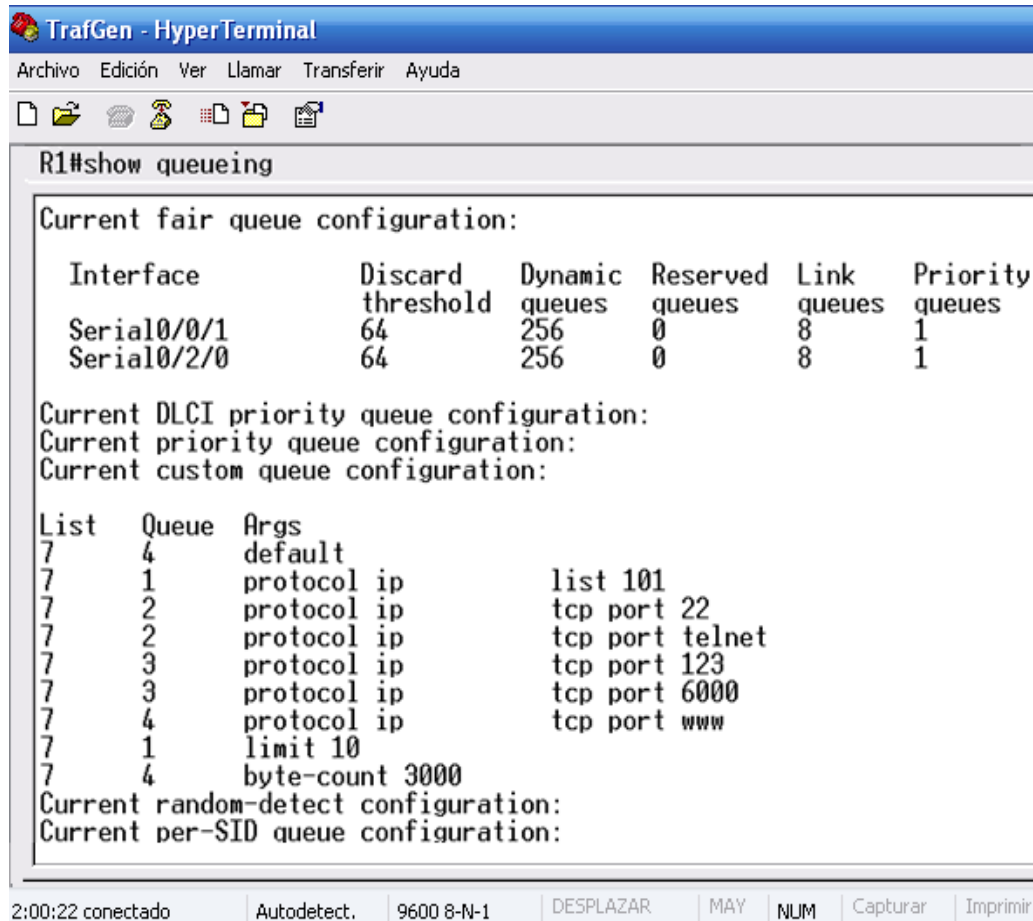
El último paso de la configuración de CQ es aplicarla a una interface; en este caso a la interfaz serial S1/0 con el comando **Custom-queue-list queue-list-number**.

```
R1 (config)# interface serial 1/0
```

```
R 1(config-if)# custom-queue-list 7
```

Una vez seguidos los pasos para la configuración de la cola CQ; se procede a la verificación de la configuración con la cual va a trabajar el router configurado, usando el comando **show Queueing**.

Figura 112. Show queueing CQ



```
R1#show queueing

Current fair queue configuration:

Interface          Discard   Dynamic  Reserved  Link   Priority
                  threshold queues   queues    queues   queues  queues
Serial0/0/1        64        256      0          8      1
Serial0/2/0        64        256      0          8      1

Current DLCI priority queue configuration:
Current priority queue configuration:
Current custom queue configuration:

List  Queue  Args
7     4     default
7     1     protocol ip          list 101
7     2     protocol ip          tcp port 22
7     2     protocol ip          tcp port telnet
7     3     protocol ip          tcp port 123
7     3     protocol ip          tcp port 6000
7     4     protocol ip          tcp port www
7     1     limit 10
7     4     byte-count 3000

Current random-detect configuration:
Current per-SID queue configuration:
```

Fuente: Autores

La salida del comando **show interfaces** cambia y se ve reflejada la nueva estrategia de cola sobre la interfaz.

Figura 113. Estado inicial de CQ

```
CQ_Y_PQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda

Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Internet address is 172.16.12.1/24
MTU 1500 bytes, BW 800 Kbit, DLY 20000 usec,
  reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
CRC checking enabled
Last input 00:00:00, output 00:00:00, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: custom-list 7
Output queues: (queue #: size/max/drops)
  0: 0/20/0 1: 0/10/0 2: 0/20/0 3: 0/20/0 4: 0/20/0
  5: 0/20/0 6: 0/20/0 7: 0/20/0 8: 0/20/0 9: 0/20/0
 10: 0/20/0 11: 0/20/0 12: 0/20/0 13: 0/20/0 14: 0/20/0
 15: 0/20/0 16: 0/20/0
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
1733 packets input, 91802 bytes, 0 no buffer
Received 194 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
1503 packets output, 98931 bytes, 0 underruns
--More--

2:13:17 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Nótese que existe la cola 0; la cuál es usada para hacer el enlace del control de tráfico a través del enlace de salida de las 16 colas usadas para CQ. El protocolo EIGRP y el comando keepalives son enviados también a través de cola 0 y estas reciben un tratamiento preferencial.

Se arranca el TrafGen como se explicó en el laboratorio anterior y luego se digita el comando **show interfaces**. Cabe decir que en equipos cisco se pueden abreviar los comandos.

Figura 114. CQ trabajando

```
CQ_Y_PQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
R1#sh int s0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Hardware is GT96K Serial
  Internet address is 172.16.12.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 800 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 33/255, rxload 1/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  CRC checking enabled
  Last input 00:00:00, output 00:00:00, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 260413
  Queueing strategy: custom-list 7
  Output queues: (queue #: size/max/drops)
    0: 0/20/0 1: 2/10/0 2: 20/20/65603 3: 20/20/66722 4: 20/20/128090
    5: 0/20/0 6: 0/20/0 7: 0/20/0 8: 0/20/0 9: 0/20/0
    10: 0/20/0 11: 0/20/0 12: 0/20/0 13: 0/20/0 14: 0/20/0
    15: 0/20/0 16: 0/20/0
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 106000 bits/sec, 16 packets/sec
    2548 packets input, 135218 bytes, 0 no buffer
    Received 311 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    9184 packets output, 5826957 bytes, 0 underruns
--More--
```

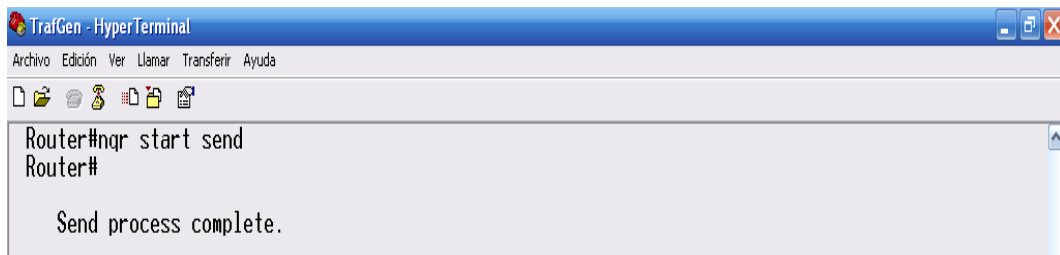
Fuente: Autores

Nótese que la cola 0 no marca tráfico; y el funcionamiento de la cola 1 a la cola 4 es normal. Cola que no sea configurada no trabaja y es evidente desde la cola 5 a la 16.

4.2.6 Estadísticas de rendimiento de utilizando CQ

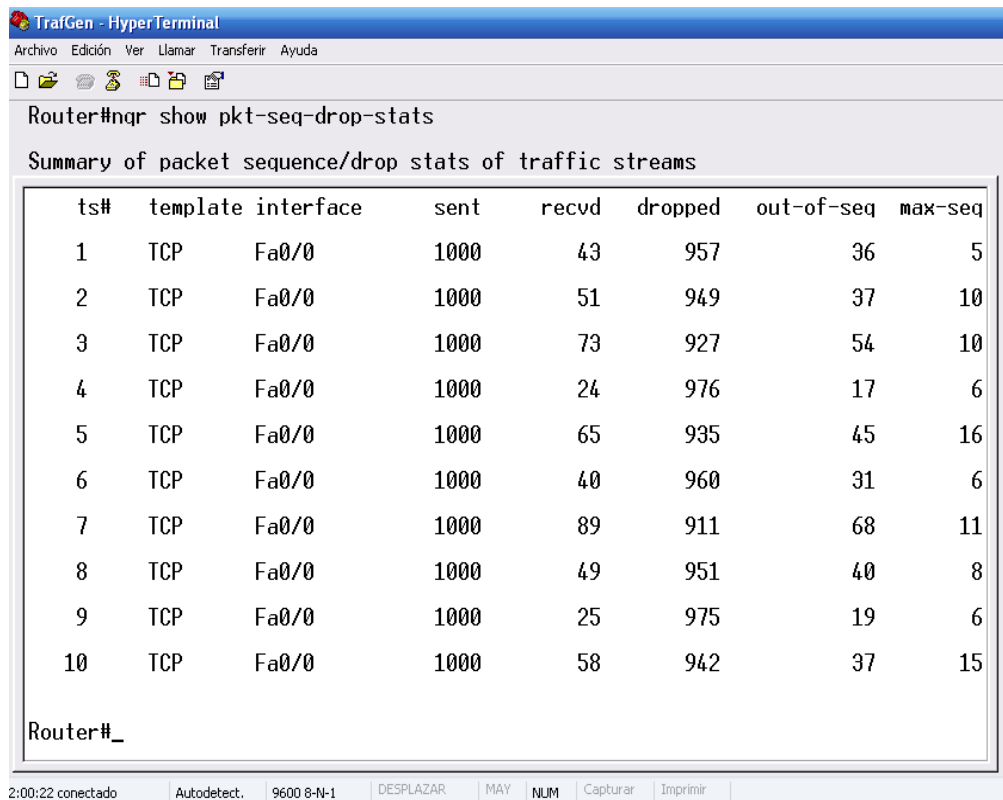
Se configura el NQR como en la sección anterior, luego se inicia y se espera a que complete el proceso.

Figura 115. Utilizando NQR



Fuente: Autores

Figura 116. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola CQ



Fuente: Autores

Figura 117. Estadísticas de retardo utilizando cola CQ.

Router#nqr show delay-stats

Summary of delay-stats of traffic streams

ts#	template	interface	min-delay	max-delay	avg-delay	stdev-delay
1	TCP	Fa0/0	0.758931	8.202191	6.585196	2.134923
2	TCP	Fa0/0	0.125373	7.920212	5.569802	2.513741
3	TCP	Fa0/0	0.089427	7.902815	5.985489	2.366671
4	TCP	Fa0/0	0.421169	8.218130	5.748042	2.559186
5	TCP	Fa0/0	0.056125	8.161800	6.135313	2.467662
6	TCP	Fa0/0	0.346001	8.237175	6.068715	2.305255
7	TCP	Fa0/0	0.019812	7.912187	6.152758	2.220070
8	TCP	Fa0/0	0.164215	7.894900	5.778388	2.469272
9	TCP	Fa0/0	0.384166	8.141753	5.875078	2.655079
10	TCP	Fa0/0	0.444578	8.229903	5.893643	2.444449

Router#_

Fuente: Autores

Figura 118. Estadísticas del jitter utilizando la cola CQ.

Router#nqr show jitter-stats

Summary of jitter-stats of traffic streams

ts#	template	interface	min-jitter	max-jitter	avg-jitter	stdev-jitter
1	TCP	Fa0/0	0.415162	3.312536	2.113483	0.631656
2	TCP	Fa0/0	0.131501	3.274096	2.417642	0.863485
3	TCP	Fa0/0	0.135421	3.473880	2.287517	0.746444
4	TCP	Fa0/0	0.720079	3.539672	2.539095	0.834177
5	TCP	Fa0/0	0.258346	3.586672	2.381036	0.808011
6	TCP	Fa0/0	0.436634	3.158552	2.296924	0.601741
7	TCP	Fa0/0	0.184575	3.202070	2.166701	0.620308
8	TCP	Fa0/0	0.112766	3.578659	2.395330	0.807627
9	TCP	Fa0/0	0.409753	3.789169	2.612468	0.927379
10	TCP	Fa0/0	0.036270	3.287214	2.350643	0.825297

Router#_

Fuente: Autores

4.2.7 Configuración de Priority Queuing

Esta estrategia de cola es configurada en estos pasos:

1. Se definen los métodos de clasificación para seleccionar el tráfico de una cola en particular.
2. Establecer el límite de paquetes para cada cola. Este paso es opcional.
3. Aplicar la lista de prioridad de cola que se vaya a crear sobre una interfaz en particular, donde se reemplazará la estrategia de cola existente.

A continuación se configurará R1 usando PQ como método de encolamiento sobre el enlace serial frente a R2.

Para comenzar se creará en la consola de R1 una Access list (ACL) (tal como se hizo en CQ), y se usará para seleccionar el tráfico el comando IP precedence. Se pueden crear hasta 16 priority list sobre un router.

```
R1(config)# Access-list 101 permit ip any any precedence internet
```

Para configurar una lista de prioridad se utiliza la siguiente forma **Priority-list** priority-list-number **protocol** protocol-queue-name **list** acces-list-number. Para este caso se configurará Priority-list 5

```
R1(config)# Priority-list 5 protocol ip high list 101
```

El resto de las cola se configurarán de la siguiente manera: **Priority-list** Priority-list-number **protocol** protocol {high | médium | normal | low} **tcp** port-number. Sin embargo se puede reemplazar tcp por nombres de puertos udp.

Todo el tráfico generado por el TrafGen usa Tcp como protocolo de transporte.

Se va a clasificar SSH (TCP puerto 22), y telnet dentro de la cola medium ,NTP(TCP puerto 123), dentro de la cola normal, y XWindows (TCP puerto 6000) y HTTP quedan explícitamente al no configurarse, queda en la cola por defecto low.

```
R1 (config)# Priority-list 5 protocol ip medium tcp 22
```

```
R1 (config)# Priority-list 5 protocol ip medium tcp 23
```

```
R1 (config)# Priority-list 5 protocol ip normal tcp 123
```

```
R1 (config)# Priority-list 5 default low
```

Los tamaños de las cola para priority list también pueden ser configuradas. Los tamaños por defecto son 20, 40, 60 y 80 para high, medium, normal y low respectivamente. En este laboratorio se va a incrementar el tamaño de la cola low a 100. Siguiendo la secuencia se configuran las colas: **Priority-list** Priority-list-number **queue-limit** high-limit medium-limit normal-limit low-limit para cambiar el tamaño de las colas de la Priority-list.

```
R1 (config)# Priority-list 5 queue-limit 20 40 60 100
```

Ahora que está configurada la lista de prioridades, esta se aplica sobre una interfaz usando **Priority-group** Priority-list-number en modo de configuración de interfaz. Aplicando Priority-list 5 sobre R1 en la interfaz serial frente a R2.

```
R2 (config)# interface serial 1/0
```

```
R2 (config-if)# priority-group 5
```

Verificar la configuración de encolamiento sobre el router R1 con el comando **show queueing**.

Figura 119. Show queueing PQ

```
daleman - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda

R1#show queueing
Current fair queue configuration:

Interface          Discard  Dynamic  Reserved  Link  Priority
                  threshold queues  queues    queues  queues
Serial0/0/0        64      256     0          8     1
Serial0/2/0        64      256     0          8     1

Current DLCI priority queue configuration:
Current priority queue configuration:

List  Queue  Args
5     low   default
5     high  protocol ip          list 101
5     medium protocol ip      tcp port 22
5     medium protocol ip      tcp port telnet
5     normal protocol ip    tcp port 123
5     high  protocol ip      tcp port www
5     low   limit 100

Current custom queue configuration:
Current random-detect configuration:
Current per-SID queue configuration:

2:20:47 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Se da inicio al TrafGen y luego se verifica la configuración en la interfaz serial 0/0/0 y la estrategia de cola que está operando.

Figura 120. PQ como estrategia de cola

```
daleman - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda

R1#sh int s 0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Internet address is 172.16.12.1/24

MTU 1500 bytes, BW 128 Kbit, DLY 20000 usec,
  reliability 255/255, txload 37/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
CRC checking enabled
Last input 00:00:04, output 00:00:00, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 183676
Queueing strategy: priority-list 5
Output queue (queue priority: size/max/drops):
  high: 0/20/175, medium: 40/40/2406, normal: 60/60/175780, low: 100/100/5315

5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 19000 bits/sec, 9 packets/sec
2821 packets input, 180205 bytes, 0 no buffer
Received 895 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
29029 packets output, 22535240 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 28 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
8 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

2:22:43 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

4.2.8 Estadísticas de rendimiento de utilizando PQ

Se inicia el NQR, se espera a que termine el proceso y luego se procede a evaluar la cola PQ.

Figura 121. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola PQ

```
Router#nqr start send
Router#

Send process complete.

Router#
Router#nqr show pkt-seq-drop-stats

Summary of packet sequence/drop stats of traffic streams
```

ts#	template	interface	sent	recvd	dropped	out-of-seq	max-seq
1	TCP	Fa0/0	1000	205	795	167	17
2	TCP	Fa0/0	1000	11	989	0	11
3	TCP	Fa0/0	1000	12	988	0	12
4	TCP	Fa0/0	1000	129	871	102	17
5	TCP	Fa0/0	1000	11	989	0	11
6	TCP	Fa0/0	1000	63	937	43	19
7	TCP	Fa0/0	1000	11	989	0	11
8	TCP	Fa0/0	1000	11	989	0	11
9	TCP	Fa0/0	1000	76	924	57	16
10	TCP	Fa0/0	1000	11	989	0	11

```
Router#
```

2:23:33 conectado | Autodetect. | 9600 8-N-1 | DESPLAZAR | MAY | NUM | Capturar | Imprimir

Fuente: Autores

Figura 122. Estadísticas de retardo utilizando cola PQ. Autores

Router#nqr show delay-stats

Summary of delay-stats of traffic streams

ts#	template	interface	min-delay	max-delay	avg-delay	stdev-delay
1	TCP	Fa0/0	0.171691	2.998790	2.615753	0.459195
2	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
3	TCP	Fa0/0	0.068772	0.068772	0.068772	N/A
4	TCP	Fa0/0	0.141523	3.020759	2.543113	0.577636
5	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
6	TCP	Fa0/0	0.219348	3.012632	2.358895	0.722421
7	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
8	TCP	Fa0/0	0.121912	0.121912	0.121911	N/A
9	TCP	Fa0/0	0.201702	2.979546	2.434157	0.689723
10	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A

Router#

Fuente: Autores

Figura 123. Estadísticas del jitter utilizando la cola PQ.

Router#nqr show jitter-stats

Summary of jitter-stats of traffic streams

ts#	template	interface	min-jitter	max-jitter	avg-jitter	stdev-jitter
1	TCP	Fa0/0	0.002890	1.365498	0.362911	0.297375
2	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
3	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
4	TCP	Fa0/0	0.088055	1.275389	0.500649	0.313558
5	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
6	TCP	Fa0/0	0.164149	1.211792	0.689648	0.271882
7	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
8	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A
9	TCP	Fa0/0	0.159682	1.324006	0.638396	0.304664
10	TCP	Fa0/0	N/A	N/A	N/A	N/A

Router#

Fuente: Autores

4.2.9 Comparación de las estrategias de cola CQ y PQ

La estrategia de cola CQ en cuanto a retardo, jitter y paquetes perdidos frente no solo a PQ, sino también a FIFO y WFQ, es la peor y esto es debido a que las colas son administradas por el algoritmo round-robin (ronda de turnos).

La cola de prioridad más alta de PQ consigue no tener pérdidas de paquetes y un muy bajo delay y jitter; por otro lado hay una pérdida casi completa de paquetes sobre las colas de prioridad baja, con un alto delay y jitter (cuando existen suficientes datos para estadísticas).

Tabla 3. Ventajas y Desventajas de CQ Vs PQ

	Ventajas	Desventajas
CQ	Se pueden ajustar las colas por tamaños	no se puede utilizar porcentajes para establecer las colas
	Se puede clasificar para casi todo (protocolo, interfaz de origen, fuente, destino y puertos)	Alto jitter y delay debido a round-robin ponderado
PQ	Asegura que los tráficos importantes tengan un rápido manejo en cualquier punto	Existen en las colas de menor prioridad altas pérdidas de paquetes, delay y jitter.
	Puede trabajar con distintos protocolos	Es muy estrategia muy rígida y estricta en el manejo de paquetes.

Fuente: Autores

4.3 LABORATORIO COLA CBWFQ Y LLQ

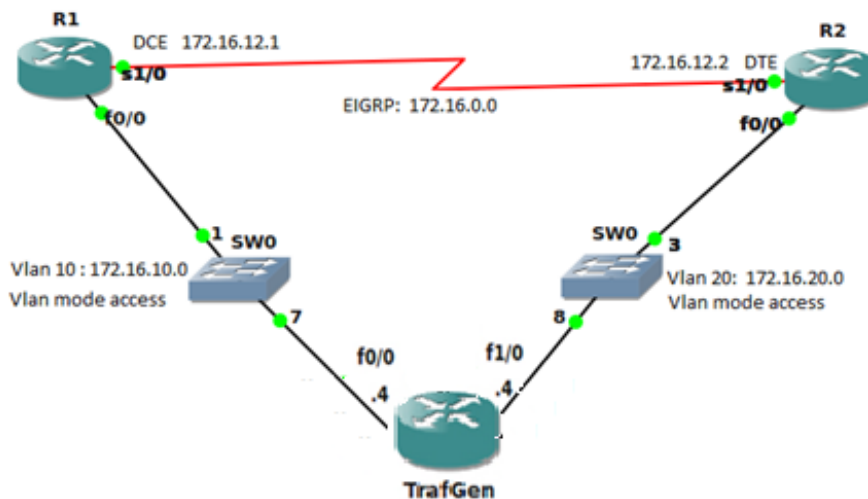
En el siguiente laboratorio se va a demostrar las ventajas y desventajas al utilizar la cola CBWFQ y la cola LLQ dada una topología de red mostrada en la figura 124.

Introducción de las colas a utilizar:

4.3.1 Cola CBWFQ (Class-based weighted fair queueing): este tipo de encolamiento es una extensión de la funcionalidad del estándar WFQ para suministrar soporte a clases de tráfico definidas por un usuario. Esta define protocolos que incluyen las clases de tráfico a trabajar basado en coincidencias de criterios asignadas por el usuario, definiendo una política de marcado, listas de control de acceso (ACLs), y interfaces de entrada.

4.3.2 Cola LLQ (Low Latency Queuing): este tipo de mecanismo es una simple mejora sobre CBWFQ, agregando la habilidad de designar a algunas clases prioridad de tráfico y asegurar que estas sean enviadas antes que otras.

Figura 124. Topología de red Laboratorio final



Fuente: Autores

Realizado el montaje de la topología de red en los equipos, se procede a su configuración.

4.3.3 Configuración del Switch.

Desde una consola Hyperterminal de Windows:

```
SW0 (config) # interface fastethernet 0/1  
SW0 (config-if)# switchport vlan 10  
SW0 (config-if)# switchport mode access
```

```
SW0 (config) # interface fastethernet 0/7  
SW0 (config-if)# switchport vlan 10  
SW0 (config-if)# switchport mode access  
SW0 (config) # interface fastethernet 0/3  
SW0 (config-if)# switchport vlan 20  
SW0 (config-if)# switchport mode access
```

```
SW0 (config) # interface fastethernet 0/8  
SW0 (config-if)# switchport vlan 20  
SW0 (config-if)# switchport mode access
```

4.3.4 Configuración de los Routers.

```
R1 (config)# interface fastethernet 0/0  
R1 (config-if)# ip address 172.16.10.1 255.255.255.0  
R1 (config-if)# no shutdown
```

```
R1 (config)# interface serial0/0/0  
R1 (config-if)# bandwidth 800  
R1 (config-if)# ip address 172.16.12.1 255.255.255.0
```

R1 (config-if)#clock rate 800000

R1 (config-if)# no shutdown

R2(config)# interface fastethernet 0/0

R2 (config-if)# ip address 172.16.20.2 255. 255. 255 .0

R2(config-if)# no shutdown

R2(config)# interface serial0/0/0

R2(config-if)# bandwidth 800

R2 (config-if)# ip address 172.16.12.2 255. 255. 255 .0

R2(config-if)# no shutdown

4.3.5 Configuración de CBWFQ

Normalmente se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1. Definir clases de tráfico y métodos de clasificación. Las clases de tráfico son definidas en mapas de clases usando declaraciones relacionadas. Los criterios de relación pueden ser por lista de acceso, NBAR, marcado de QoS, tamaño del paquete.
2. Crear una política de QoS de la disposición de los recursos de la red por toda clase de tráfico que se haya creado.
3. Finalmente, la política es aplicada sobre una interfaz direccionalmente, tanto en la dirección de entrada como de salida.

Ciertos comandos de mapa de políticas pueden ser solo aplicados en una dirección específica. Por ejemplo, las estrategias de encolamiento solo pueden ser aplicadas en las políticas de salida. El router envía un mensaje

de error a la consola si la política de encolamiento es aplicada a una interfaz de entrada, porque está es una opción de configuración imposible.

Sobre R1 se creará una política de QoS para marcado con una procedencia IP basada en el protocolo de capa de aplicación de los paquetes.

Para comenzar se va a crear una class-map, que se definen con el comando **class-map** {match-type}nombre. El argumento opcional match-type se puede establecer como **match-any**(opción por defecto), **match-all**.

Una vez configurado el modo class-map, se procede a definir el nombre de la class-map. Se recomienda dar nombre de acuerdo al nivel de criticidad de las clases como por ejemplo: Critico, interactivo, web, p2p, DbA etc.

Se van a crear tres clases de tráfico:

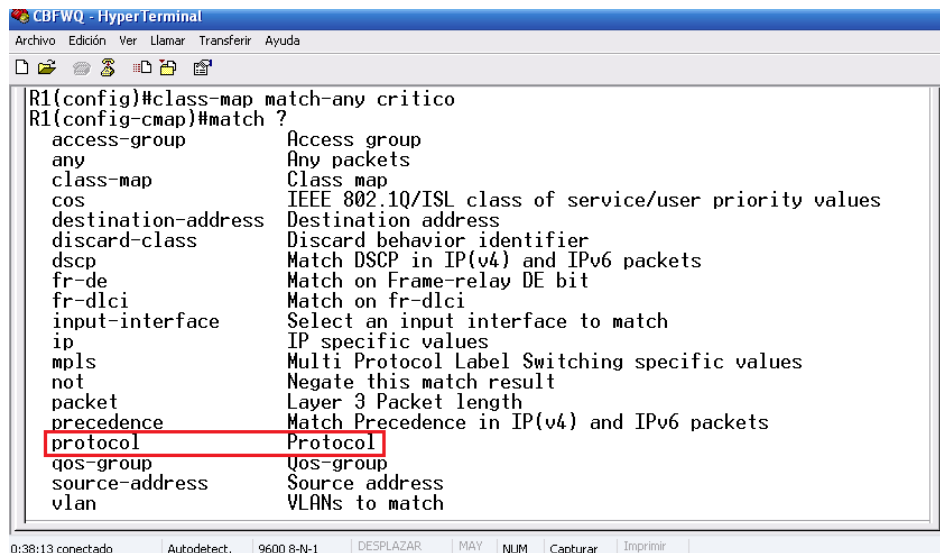
Critico: EIGRP y NTP (Network Time Protocol). Protocolos usados para el control de la red.

Interactivo: Telnet, SSH, y Xwindows. Protocolos usados para la administración remota.

Web: HTTP, POP3 y SMTP. Protocolos usados por la web y acceso de correo.

La configuración para relacionar el class-map es la siguiente **class-map match-any nombre_de_la_clase** y su relación con cada protocolo es **match protocol nombre_del_protocolo**.

Figura 125. Configuración de una clase



```
R1(config)#class-map match-any critico
R1(config-cmap)#match ?
  access-group      Access group
  any                Any packets
  class-map         Class map
  cos               IEEE 802.1Q/ISL class of service/user priority values
  destination-address Destination address
  discard-class     Discard behavior identifier
  dscp              Match DSCP in IP(v4) and IPv6 packets
  fr-de             Match on Frame-relay DE bit
  fr-dlci           Match on fr-dlci
  input-interface   Select an input interface to match
  ip                IP specific values
  mpls              Multi Protocol Label Switching specific values
  not               Negate this match result
  packet            Layer 3 Packet length
  precedence        Match Precedence in IP(v4) and IPv6 packets
  protocol          Protocol
  qos-group         Qos-group
  source-address    Source address
  vlan              VLANs to match
```

Fuente: Autores

Como se ve en la figura se utilizará el comando **protocol** para listar los protocolos dentro de cada una de las clases.

```
R1 (config)# class-map match-any critico
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol eigrp
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol ntp
```

```
R1 (config)# class-map match-any interactive
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol telnet
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol ssh
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol xwindows
```

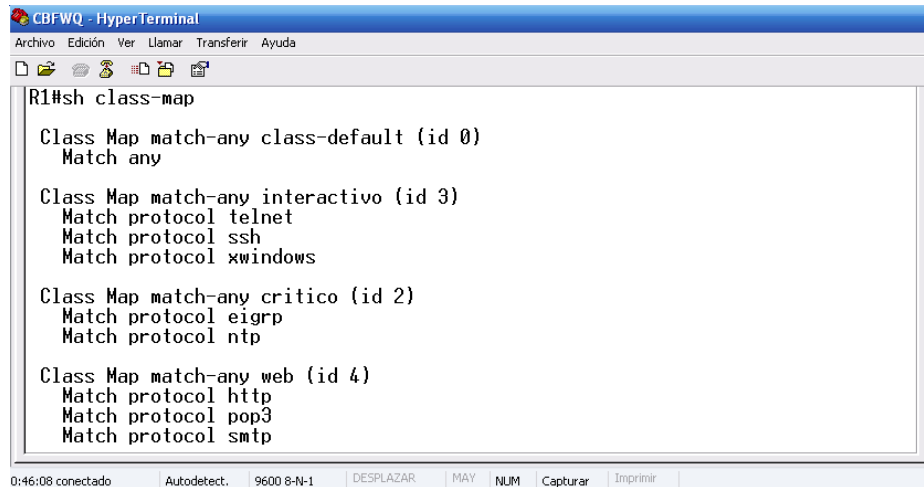
```
R1 (config)# class-map match-any web
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol http
```

```
R1 (config-cmap)# match protocol pop3
```

Ahora se verifica los class-maps creados con el comando **show class-map**

Figura 126. Show class-map



```
R1#sh class-map

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any

Class Map match-any interactivo (id 3)
  Match protocol telnet
  Match protocol ssh
  Match protocol xwindows

Class Map match-any critico (id 2)
  Match protocol eigrp
  Match protocol ntp

Class Map match-any web (id 4)
  Match protocol http
  Match protocol pop3
  Match protocol smtp
```

Fuente: Autores

Lo siguiente es definir las políticas de calidad de servicio en un mapa de políticas. La configuración aplicar es **policy-map** nombre_de_la_política. Segmentando el mapa de políticas por clases se usa **class** nombre_de_la_clase. El nombre de la clase corresponderá a los mismos nombres de las clases ya creadas. Adicionalmente se debe crear la clase (class-default), que relacionará el tráfico no incluido en las otras clases.

La política a crear se llamará politica_de_marcado.

R1 (config)# policy-map politica _de_ marcado

Luego se relaciona las clases con el comando precedence como sigue:

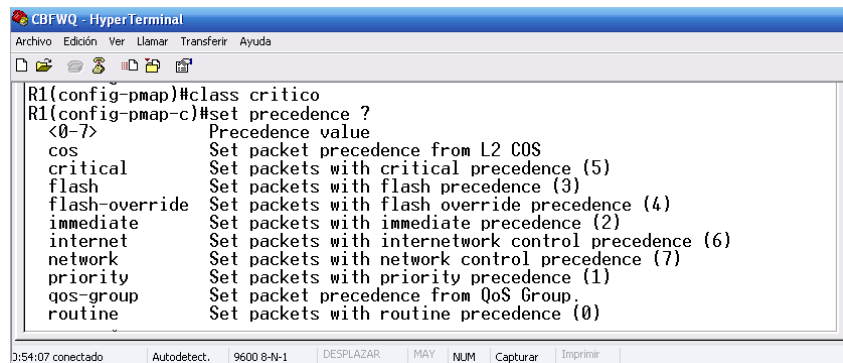
Critico: conjunto de paquetes ip con procedencia del control de la red, representados por el valor 7.

Interactivo: conjunto de paquetes ip con precedencia critica, representados por el valor 5.

Web: conjunto de paquetes ip con precedencia flash, representados por el valor 3.

Otro tráfico: conjunto de paquetes ip con precedencia por default no incluidos en la clases o de rutina representados por el valor 0.

Figura 127. Opciones comando precedence



```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo  Edición  Ver  Llamar  Transferir  Ayuda
R1(config-pmap)#class critico
R1(config-pmap-c)#set precedence ?
<0-7>      Precedence value
cos        Set packet precedence from L2 COS
critical   Set packets with critical precedence (5)
flash      Set packets with flash precedence (3)
flash-override Set packets with flash override precedence (4)
immediate  Set packets with immediate precedence (2)
internet   Set packets with internetwork control precedence (6)
network    Set packets with network control precedence (7)
priority   Set packets with priority precedence (1)
qos-group  Set packet precedence from QoS Group.
routine    Set packets with routine precedence (0)
```

Fuente: Autores

Configurando la política queda:

```
R1 (config-pmap)# class critico
```

```
R1 (config-pmap-c)# set precedence 7
```

```
R1 (config-pmap)# class interactivo
```

```
R1 (config-pmap-c)# set precedence 5
```

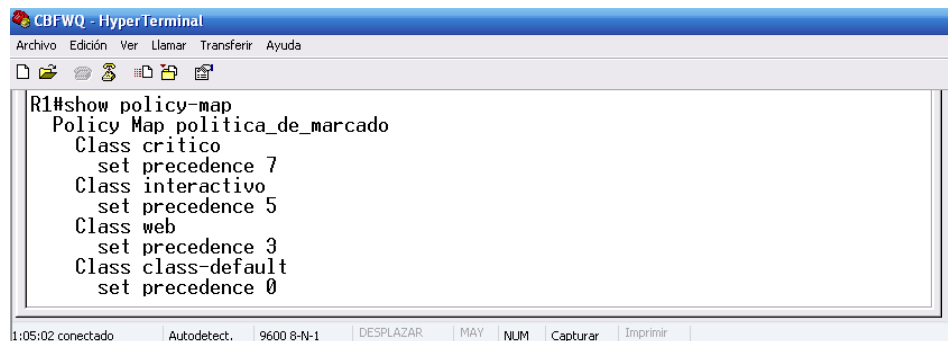
```
R1 (config-pmap)# class web
```

```
R1 (config-pmap-c)# set precedence 3
```

```
R1 (config-pmap)# class class-default
R1 (config-pmap-c)# set precedence 0
```

Se verifica el mapa de política con el comando **show policy-map**.

Figura 128. Show policy-map



```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
R1#show policy-map
Policy Map politica_de_marcado
Class critico
  set precedence 7
Class interactivo
  set precedence 5
Class web
  set precedence 3
Class class-default
  set precedence 0
1:05:02 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Finalmente se aplica la configuración sobre la interfaz serial 0/0/0 que sale a R2. Esto se realiza usando el comando **service-policy** dirección nombre_de_la_política.

```
R1(config)# interface serial 0/0/0
R1(config-if)# service policy output politica_de_marcado
```

Una vez el mapa de políticas es aplicado sobre una interface. con el comando **show policy-map interface** nombre_de_la_interface se puede observar el comportamiento de la cola configurada. Cabe anotar que se debe poner a correr el TrafGen para poder observar el encolamiento dentro de cada clase.

Figura 129. A) Show policy-map interface serial CBWFQ

```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
Serial0/0/0
R1#sh policy-map int s0/0/0

Serial0/0/0
Service-policy output: politica_de_marcado

Class-map: critico (match-any)
  105915 packets, 81217532 bytes
  5 minute offered rate 1582000 bps, drop rate 0 bps
  Match: protocol eigrp
    488 packets, 31212 bytes
    5 minute rate 0 bps
  Match: protocol ntp
    105427 packets, 81186320 bytes
    5 minute rate 1582000 bps
  QoS Set
    precedence 7
    Packets marked 105915

Class-map: interactivo (match-any)
  324904 packets, 250187075 bytes
  5 minute offered rate 4879000 bps, drop rate 0 bps
  Match: protocol telnet
    111933 packets, 86253486 bytes
    5 minute rate 1717000 bps
  Match: protocol ssh
    105831 packets, 81473152 bytes
    5 minute rate 1594000 bps
  Match: protocol xwindows
    107140 packets, 82460437 bytes
    5 minute rate 1628000 bps
  QoS Set
    precedence 5
    Packets marked 324930

1:49:48 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Figura 130. b) Show policy-map interface serial CBWFQ

```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
Class-map: web (match-any)
  321848 packets, 247806857 bytes
  5 minute offered rate 4844000 bps, drop rate 0 bps
  Match: protocol http
    105030 packets, 80884302 bytes
    5 minute rate 1624000 bps
  Match: protocol pop3
    107454 packets, 82901510 bytes
    5 minute rate 1634000 bps
  Match: protocol smtp
    109364 packets, 84021045 bytes
    5 minute rate 1655000 bps
  QoS Set
    precedence 3
    Packets marked 321862

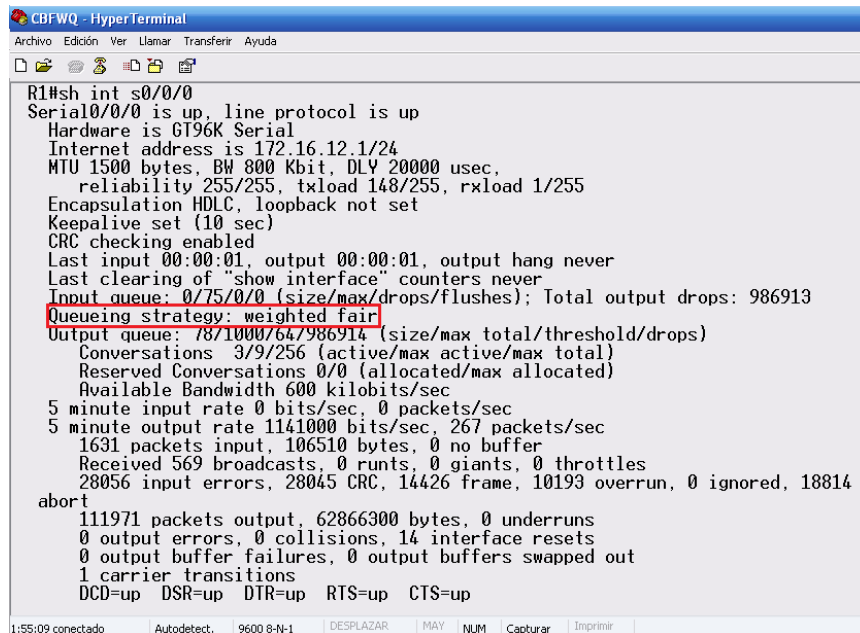
Class-map: class-default (match-any)
  110304 packets, 84824226 bytes
  5 minute offered rate 1679000 bps, drop rate 11953000 bps
  Match: any
  QoS Set
    precedence 0
    Packets marked 110040

1:50:03 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Se puede decir que la política de clases se está aplicando correctamente sobre el tráfico que llega. Ahora se aplica el comando **show interface serial0/0/0**.

Figura 131. Show interface serial0/0/0 CBWFQ



```
CBWFQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
R1#sh int s0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Internet address is 172.16.12.1/24
MTU 1500 bytes, BW 800 Kbit, DLY 20000 usec,
  reliability 255/255, txload 148/255, rxload 1/255
Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
CRC checking enabled
Last input 00:00:01, output 00:00:01, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 986913
Queueing strategy: weighted fair
Output queue: 78/1000/64/986914 (size/max total/threshold/drops)
Conversations 3/9/256 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
Available Bandwidth 600 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 1141000 bits/sec, 267 packets/sec
1631 packets input, 106510 bytes, 0 no buffer
Received 569 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
28056 input errors, 28045 CRC, 14426 frame, 10193 overrun, 0 ignored, 18814
abort
111971 packets output, 62866300 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 14 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
1 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
1:55:09 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Se observa que el mecanismo de salida es WFQ, y la clasificación y marcado de los paquetes de entrada se hicieron basados en un número de clases adjuntas a una política; por lo tanto este entorno cumple que la estrategia tratada en el proceso son clases basadas en WFQ (CBWFQ).

4.3.6 Estadísticas de rendimiento de utilizando CBWFQ

Se inicia el NQR, se espera a que termine el proceso y luego se procede a evaluar la cola CBWFQ.

Figura 132. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola CBWFQ

```

Router#nqr start send
Router#
Send process complete.
Router#nqr show pkt-seq-drop-stats
Summary of packet sequence/drop stats of traffic streams
ts#  template interface  sent  recvd  dropped  out-of-seq  max-seq
1    TCP    Fa0/0    1000   1000    0         0      1000
2    TCP    Fa0/0    1000   218    782       131     33
3    TCP    Fa0/0    1000   247    753       149     30
4    TCP    Fa0/0    1000   1000    0         0      1000
5    TCP    Fa0/0    1000   866    134       80      145
6    TCP    Fa0/0    1000   866    134       79      140
7    TCP    Fa0/0    1000   874    126       77      141
8    TCP    Fa0/0    1000   1000    0         0      1000
9    TCP    Fa0/0    1000   1000    0         0      1000
  
```

Fuente: Autores

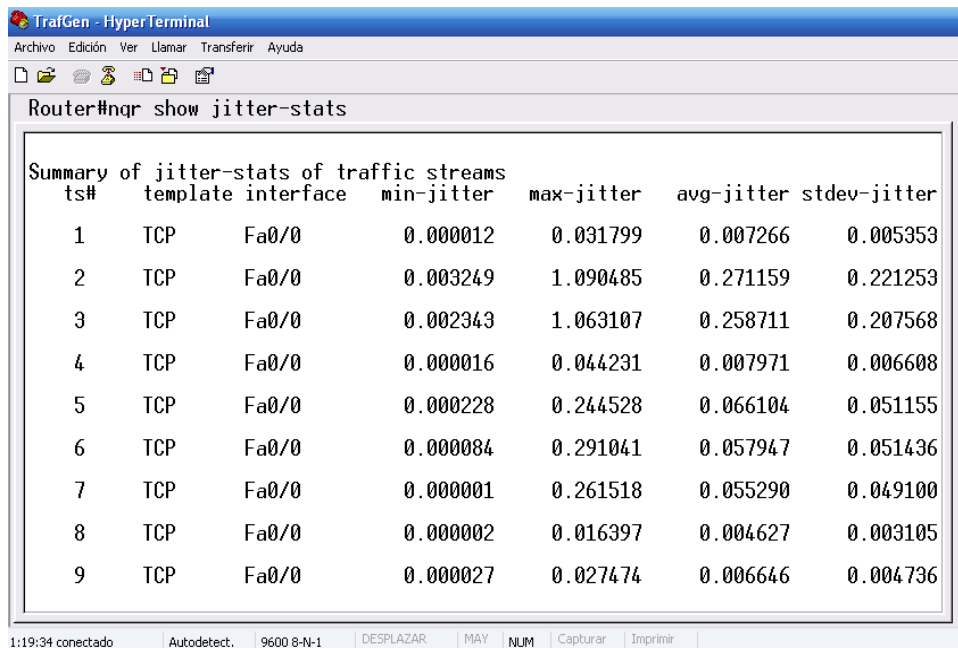
Figura 133. Estadísticas de retardo utilizando cola CBWFQ

```

Router#nqr show delay-stats
Summary of delay-stats of traffic streams
ts#  template interface  min-delay  max-delay  avg-delay  stdev-delay
1    TCP    Fa0/0    0.003121  0.056114  0.022577  0.008996
2    TCP    Fa0/0    0.004499  2.025655  0.526177  0.344533
3    TCP    Fa0/0    0.006108  1.990876  0.490178  0.326348
4    TCP    Fa0/0    0.003510  0.065772  0.022632  0.010331
5    TCP    Fa0/0    0.006210  0.426114  0.310583  0.083335
6    TCP    Fa0/0    0.010852  0.493655  0.315989  0.077209
7    TCP    Fa0/0    0.005988  0.472529  0.318478  0.073667
8    TCP    Fa0/0    0.003479  0.031840  0.015456  0.005556
9    TCP    Fa0/0    0.003917  0.049011  0.021002  0.008134
  
```

Fuente: Autores

Figura 134. Estadísticas del jitter utilizando la cola CBWFQ.



The screenshot shows a HyperTerminal window titled "TrafGen - HyperTerminal" with a menu bar (Archivo, Edición, Ver, Llamar, Transferir, Ayuda) and a toolbar. The main content area displays the command "Router#nqr show jitter-stats" and its output. The output is a table with the following data:

Summary of jitter-stats of traffic streams						
ts#	template	interface	min-jitter	max-jitter	avg-jitter	stdev-jitter
1	TCP	Fa0/0	0.000012	0.031799	0.007266	0.005353
2	TCP	Fa0/0	0.003249	1.090485	0.271159	0.221253
3	TCP	Fa0/0	0.002343	1.063107	0.258711	0.207568
4	TCP	Fa0/0	0.000016	0.044231	0.007971	0.006608
5	TCP	Fa0/0	0.000228	0.244528	0.066104	0.051155
6	TCP	Fa0/0	0.000084	0.291041	0.057947	0.051436
7	TCP	Fa0/0	0.000001	0.261518	0.055290	0.049100
8	TCP	Fa0/0	0.000002	0.016397	0.004627	0.003105
9	TCP	Fa0/0	0.000027	0.027474	0.006646	0.004736

At the bottom of the window, there is a status bar with the text "1:19:34 conectado" and several icons for Autodetect., 9600 8-N-1, DESPLAZAR, MAY, NUM, Capturar, and Imprimir.

Fuente: Autores

4.3.7 Configuración de LLQ

Se hará el mismo procedimiento que se hizo para una cola CBWFQ y luego se anexará una política que será la encargada de distribuir el ancho de banda a todas las clases; incluyendo a una clase con prioridad sobre las otras.

Primeramente se creará un mapa de clases con la ayuda del comando **class-map** y **precedence** para hacer las clasificaciones de los paquetes.

Creando el mapa de clases:

```
R1 (config)# class-map prec0
```

```
R1 (config-cmap)# match precedence 0
```

```
R1 (config)# class-map prec3  
R1 (config-cmap)# match precedence 3  
R1 (config)# class-map prec5  
R1 (config-cmap)# match precedence 5
```

```
R1 (config)# class-map match-any prec7  
R1 (config-cmap)# match precedence 7  
R1 (config-cmap)# match protocol eigrp
```

Luego se crea un mapa de políticas.

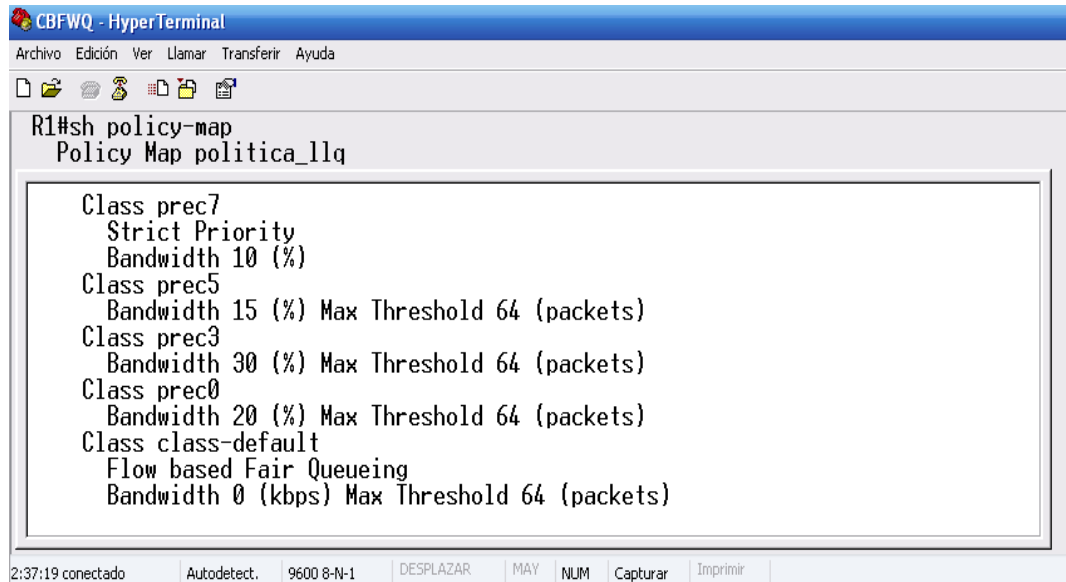
Se utilizará los comandos **policy-map**, Priority percent y bandwidth percent.

Creando el mapa de políticas:

```
R1 (config)# policy-map politica_llq  
R1 (config-pmap)# class prec7  
R1 (config-pmap-c)# priority percent 10  
R1 (config-pmap)# class prec5  
R1 (config-pmap-c)# bandwidth percent 15  
R1 (config-pmap)# class prec3  
R1 (config-pmap-c)# bandwidth percent 30  
R1 (config-pmap)# class prec0  
R1 (config-pmap-c)# bandwidth percent 20  
R1 (config-pmap)# class class-default  
R1 (config-pmap-c)# fair-queue
```

Habiendo concluido con el mapa de clases se verifica la configuración con el commando **show-policy-map**.

Figura 135. Show policy-map LLQ



```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
R1#sh policy-map
Policy Map politica_llq

Class prec7
  Strict Priority
  Bandwidth 10 (%)
Class prec5
  Bandwidth 15 (%) Max Threshold 64 (packets)
Class prec3
  Bandwidth 30 (%) Max Threshold 64 (packets)
Class prec0
  Bandwidth 20 (%) Max Threshold 64 (packets)
Class class-default
  Flow based Fair Queueing
  Bandwidth 0 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

Fuente: Autores

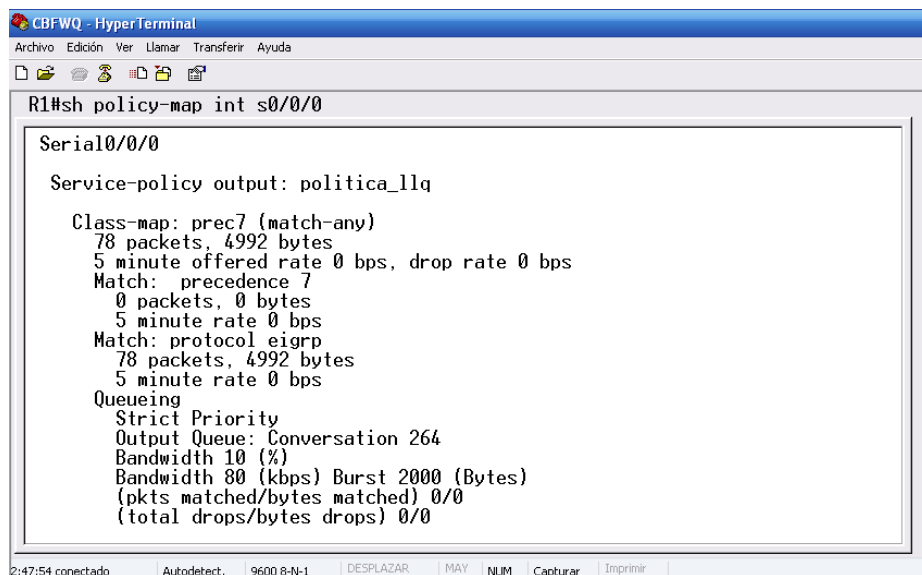
Finalmente se aplica la configuración a la salida de R2 con el comando **service-policy** dirección nombre_de_la_política.

*R1(config)# **interface serial 0/0/0***

*R1(config-if)# **service policy output politica_llq***

Una vez el mapa de políticas es aplicado sobre una interface. Con el comando **show policy-map interface** nombre_de_la_interface se puede observar como trabaja la estrategia configurada. Antes de realizar este comando es necesario haber iniciado el TrafGen.

Figura 136. a) Show policy-map interface serial LLQ.



```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
R1#sh policy-map int s0/0/0

Serial0/0/0

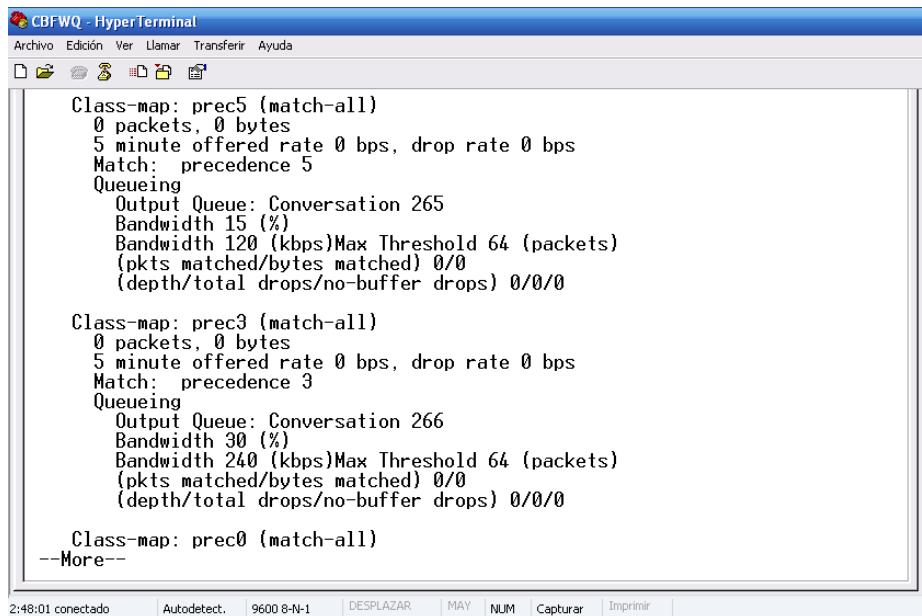
Service-policy output: politica_llq

Class-map: prec7 (match-any)
 78 packets, 4992 bytes
 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
Match: precedence 7
 0 packets, 0 bytes
 5 minute rate 0 bps
Match: protocol eigrp
 78 packets, 4992 bytes
 5 minute rate 0 bps
Queueing
Strict Priority
Output Queue: Conversation 264
Bandwidth 10 (%)
Bandwidth 80 (kbps) Burst 2000 (Bytes)
(pkts matched/bytes matched) 0/0
(total drops/bytes drops) 0/0

2:47:54 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Figura 137. b) Show policy-map interface serial LLQ.



```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
R1#sh policy-map int s0/0/0

Class-map: prec5 (match-all)
 0 packets, 0 bytes
 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
Match: precedence 5
Queueing
Output Queue: Conversation 265
Bandwidth 15 (%)
Bandwidth 120 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
(pkts matched/bytes matched) 0/0
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0

Class-map: prec3 (match-all)
 0 packets, 0 bytes
 5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
Match: precedence 3
Queueing
Output Queue: Conversation 266
Bandwidth 30 (%)
Bandwidth 240 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
(pkts matched/bytes matched) 0/0
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0

Class-map: prec0 (match-all)
--More--

2:48:01 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
```

Fuente: Autores

Figura 138. c) Show policy-map interface serial CBWFQ

```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Usuar Transferr Ayuda
2:48:06 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

Class-map: prec0 (match-all)
  1578312 packets, 1215868391 bytes
  5 minute offered rate 19498000 bps, drop rate 18147000 bps
  Match: precedence 0
  Queuing
    Output Queue: Conversation 267
    Bandwidth 20 (%)
    Bandwidth 160 (kbps)Max Threshold 64 (packets)
    (pkts matched/bytes matched) 1578344/1215891634
    (depth/total drops/no-buffer drops) 64/1476289/0

Class-map: class-default (match-any)
  43 packets, 2796 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: any
  Queuing
    Flow Based Fair Queuing
    Maximum Number of Hashed Queues 256
    (total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

Fuente: Autores

Se puede decir que la política de clases se está aplicando correctamente sobre el tráfico que llega. Ahora se aplica el comando **show interface serial0/0/0**.

Figura 139. Show interface serial0/0/0 LLQ

```
CBFWQ - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Usuar Transferr Ayuda
2:48:16 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

R1#sh int s0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
Internet address is 172.16.12.1/24
MTU 1500 bytes, BH 800 Kbit, DLY 20000 usec,
reliability 255/255, txload 181/255, rxload 1/255

Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
CRC checking enabled
Last input 00:00:04, output 00:00:02, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 00:06:19
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 1546360
Queueing strategy: Class-based queueing
Output queue: 64/1000/64/1546360 (size/max total/threshold/drops)
Conversations 1/2/256 (active/max active/max total)
Reserved Conversations 3/3 (allocated/max allocated)
Available Bandwidth 0 kilobits/sec
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 1396000 bits/sec, 229 packets/sec
126 packets input, 8068 bytes, 0 no buffer
Received 44 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
107665 packets output, 89280042 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
0 carrier transitions
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
```

Fuente: Autores

Se puede observar que la estrategia es clases basadas en encolamiento (class-based queueing). Los tipos de encolamiento son PQ para la clase

prec7 lo que convierte esta cola en una cola de baja latencia (LLQ), ya que tiene prioridad sobre las demás clases que solo se le asignan un ancho de banda que puede ser requerido por otra cola en algún momento lo que no hace la cola con prioridad; ya que el ancho de banda que maneja es reservado. La cola por defecto trabaja con la característica de encolamiento WFQ.

Por lo general a la cola con prioridad es aplicada al tráfico sensible al retardo, tal como Voz sobre IP (VoIP), o video interactivo; como lo es una video conferencia.

4.3.8 Estadísticas de rendimiento de utilizando LLQ

Se inicia el NQR, se espera a que termine el proceso y luego se procede a evaluar la cola CBWFQ

Figura 140. Estadísticas de secuencias de paquetes utilizando la cola LLQ

```

Router#tgn stop
Router#nqr start send
Router#

Send process complete.

Router#nqr
Rout
Router#nqr show pkt-seq-drop-stats

```

ts#	template	interface	sent	recvd	dropped	out-of-seq	max-seq
1	TCP	Fa0/0	1000	379	621	228	31
2	TCP	Fa0/0	1000	1000	0	0	1000
3	TCP	Fa0/0	1000	837	163	131	56
4	TCP	Fa0/0	1000	813	187	150	39
5	TCP	Fa0/0	1000	949	51	47	86
6	TCP	Fa0/0	1000	461	539	233	27
7	TCP	Fa0/0	1000	972	28	28	187
8	TCP	Fa0/0	1000	1000	0	0	1000
9	TCP	Fa0/0	1000	558	442	233	28

Fuente: Autores

Figura 141. Estadísticas de retardo utilizando cola LLQ.

ts#	template	interface	min-delay	max-delay	avg-delay	stdev-delay
1	TCP	Fa0/0	0.002466	0.184872	0.154429	0.023787
2	TCP	Fa0/0	0.001886	0.182189	0.153284	0.015975
3	TCP	Fa0/0	0.004935	0.184790	0.155733	0.016918
4	TCP	Fa0/0	0.008260	0.184375	0.156312	0.016942
5	TCP	Fa0/0	0.007890	0.184713	0.156165	0.015949
6	TCP	Fa0/0	0.009002	0.184975	0.155032	0.020953
7	TCP	Fa0/0	0.002815	0.183412	0.154889	0.016052
8	TCP	Fa0/0	0.003272	0.183712	0.154902	0.015929
9	TCP	Fa0/0	0.007622	0.184714	0.155388	0.019604

Fuente: Autores

Figura 142. Estadísticas del jitter utilizando la cola LLQ.

ts#	template	interface	min-jitter	max-jitter	avg-jitter	stdev-jitter
1	TCP	Fa0/0	0.000081	0.072371	0.017800	0.016324
2	TCP	Fa0/0	0.000009	0.071880	0.010803	0.012038
3	TCP	Fa0/0	0.000021	0.072810	0.011627	0.012594
4	TCP	Fa0/0	0.000011	0.071788	0.011633	0.012622
5	TCP	Fa0/0	0.000003	0.072122	0.010864	0.011953
6	TCP	Fa0/0	0.000026	0.070527	0.015118	0.014960
7	TCP	Fa0/0	0.000001	0.072727	0.010906	0.012054
8	TCP	Fa0/0	0.000047	0.072251	0.010742	0.012031
9	TCP	Fa0/0	0.000038	0.072153	0.014015	0.014107

Fuente: Autores

4.3.9 Comparación de las estrategias de cola CBWFQ y LLQ

El mecanismo de encolamiento LLQ con respecto a los paquetes perdidos, recibidos y secuencia de los mismos es muy parecida a CBWFQ, pero esta segunda menos eficiente en cuanto a sensibilidad en el retardo y jitter. Es de anotar que a pesar que se incluyó una cola con prioridad PQ; igualmente no influyó tanto como se podría esperar, por lo tanto; la cercanía en cuanto a estadísticas de los paquetes recibidos y perdidos con respecto a CBWFQ.

Tabla 4. Ventajas y Desventajas de CBWFQ Vs a LLQ

	Ventajas	Desventajas
CBWFQ	Habilidad de soportar diferentes niveles de servicios	Requiere de compleja implementación a través de la red
	Mejora los tiempos de pérdida de paquetes considerablemente	
LLQ	Hay añadida una cola de prioridad estricta	Requiere alto conocimiento para su configuración
	Mejor trato VoIP y al video en tiempo real	
	Útil en enlaces lentos	

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

Mediante el montaje práctico de laboratorios se pudo analizar y determinar las diferentes ventajas y desventajas que posee un tipo de administración de cola al aplicar QoS a un determinado servicio.

La utilización de una cola u otra depende de la utilidad de la demanda del servicio que se requiera implantar en una empresa.

La adquisición de la plataforma de software libre Linux Ubuntu Karmic Koala resultó de fácil uso, y permite a cualquier administrador de red disfrutar de un entorno real de configuración y operación de los IOS reales de routers Cisco en la herramienta de emulación GNS3.

El QoS es un concepto utilizado para evaluar la calidad de servicio de una red de información

La combinación de varias estrategias de colas es una buena opción para fortalecer el control de tráfico de una red informática de una manera más eficiente.

RECOMENDACIONES

El requerimiento mínimo de espacio en disco para la instalación de la distro Linux Ubuntu Koala Karmic, se debería establecer en 15 GB.

Ajustar el IdlePC de cada router utilizado en el GNS3 en los valores de carga de memoria de funcionamiento optimo para no saturar la memoria del o los core de la estación de trabajo.

Se recomienda que la capacidad máxima de routers en el GNS3 por cada 1GB de RAM física sea un máximo de 2 routers.

La aplicación de una política de QoS es de vital cuidado, debido a que podrían quedar tipos de datos no asociados en la configuración de trabajo del router y quedarían perdidos en la red generando retardo en la misma.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ MORAGA, Sebastián Andrés y GONZÁLEZ VALENZUELA, Agustín José. Estudio y configuración de calidad de servicio para protocolos ipv4 e ipv6 en una red de fibra óptica wdm, Valparaíso, 2005, pág. 104-113.

CUELLAR QUIÑONES, Juan Carlos. Algoritmos de planificación de redes de paquetes, Colombia, pág. 91 – 120.

Cisco Systems. Cisco IOS Quality of Service Solutions Configuration Guide, Cisco Derechos reservados de la academia local UTS, Bucaramanga, 2003.

Cisco Networking Academy Program CCNA 3 and 4. Versión 3.1. Cisco Derechos reservados de la academia local UTS, Bucaramanga, 393 Pág.

CCNA Portable Command Guide Second Edition. Cisco Derechos reservados de la academia local UTS, Bucaramanga, Colombia, 385 Pág.

Optimizing Converged Cisco Networks ONT. Student Guide Ver. 1.0 Vol.1. Derechos reservados de la academia local UTS, Bucaramanga,. 424 Pág.

Documentación disponible en Internet:

<http://www.ubuntu.com/>

<http://www.gns3.net/>