

ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA

DAYRO JOSÉ ANDRADE GONZALEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2004

ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA

DAYRO JOSÉ ANDRADE GONZALEZ

Monografía para optar al título de
Especialista en Telecomunicaciones

Director
OSCAR GUALDRÓN

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2004

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. IMPORTANCIA DEL TEMA	3
2. PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA	8
2.1 POLÍTICAS DE ADMINISTRACIÓN	8
2.2 CLASE DE SERVICIO (CoS)	9
2.3 DIFERENCIACIÓN DE SERVICIOS	9
2.4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)	11
2.5 CONTROL DE CONGESTIÓN	11
2.5.1 Gestión de Colas con Base en Clases (CLASS-BASED QUEUING)	12
2.5.2 Gestión Jerárquica de Colas por Flujo (HIERACHICAL PER-FLOW QUEUING)	14
2.5.3 Gestión por Descarte Anticipado Aleatorio (RANDOM EARLY DISCARD)	16
2.5.4 Control de Transmisión TCP (TCP RATE CONTROL)	18
2.5.5 Notificación Explícita de Congestión (EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION)	20
2.6 BALANCEO DE CARGAS	20
3. HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA	21
3.1 PACKETSHAPER	22
3.1.1 Clasificación	24
3.1.2 Análisis	29
3.1.3 Control	36
3.1.4 Reporte	39
3.2 NETREALITY	42

3.2.1 Inspección y Reconocimiento de la Red	43
3.2.2 Monitoreo del Tráfico	44
3.2.3 Definición y Establecimiento de Reglas	46
4. COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS	49
4.1 PRUEBA BÁSICA	51
4.2 PRUEBA MEDIA	54
4.3 PRUEBA AVANZADA	56
5. CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	67

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	Pág.
Figura 1 Administración de Ancho de Banda	7
Figura 2 Cabecera IP	10
Figura 3 Class-Based Queuing	13
Figura 4 Per-Flow Queuing Básico	14
Figura 5 Per-Flow Queuing	15
Figura 6 Per-Flow Queuing - Canal	16
Figura 7 Random Early Discard	18
Figura 8 TCP Rate Control	19
Figura 9 Visualización de Tráfico en la Red	22
Figura 10 Ubicación de hardware de PacketShaper	24
Figura 11 Clasificación de Tráfico	27
Figura 12 Clasificación de Tráfico por Aplicación y por Localización	28
Figura 13 Consumo de Ancho de Banda por Aplicación	29
Figura 14 Consumo de Ancho de Banda por Localización	30
Figura 15 Presentación de consumo de Ancho de Banda por Aplicación	30
Figura 16 Presentación de tráfico http	31
Figura 17 Tiempos de Retardo	32
Figura 18 Round-Trip Time	33
Figura 19 Retardo en el Servidor y en la Red	34
Figura 20 Retardo en la Red	35
Figura 21 Nivel de Disponibilidad Aceptado	36
Figura 22 Separación virtual del Ancho de Banda	37
Figura 23 Partición Dinámica	38
Figura 24 Particiones Jerárquicas	39
Figura 25 Reporte Resumen de Desarrollo de la Red	41
Figura 26 Informe de Eventos	42

Figura 27	Ubicación de NetReality en la Red	43
Figura 28	Reconocimiento automático de la red	45
Figura 29	Monitoreo de Principales actividades y su consumo de BW	45
Figura 30	Consola de Administración	46
Figura 31	Ventana de Alarmas	48
Figura 32	Reporte de Nivel de Servicio	48
Figura 33	Red de Evaluación de Herramientas de Administración de Ancho de Banda	50
Figura 34	Estadísticas de Precisión de PacketShaper (Azul) y NetReality (Rojo)	52
Figura 35	Estadísticas de Estabilidad de PacketShaper (Azul) y NetReality (Rojo)	53
Figura 36	Estadísticas de Tasa de Retransmisión de PacketShaper (Azul) y NetReality (Rojo)	54
Figura 37	Variación en la Tasa de Transmisión vs. Tasa de Pérdida de Paquetes	55
Figura 38	Tasa de Transmisión vs. Sistemas Operativos	56
Figura 39	Préstamo Inter e Intra Clases	57
Figura 40	Retardo en Voz por Paquetes FTP	58
Figura 41	Evaluación de Calidad de Voz con SmartBit	59
Tabla 1	Aplicaciones y Protocolos identificados	25
Tabla 2.	Herramientas de evaluación	51
Tabla 3.	Evaluación de Calidad de Voz con SmartBit (Canal 125Kbps)	59
Tabla 4.	Evaluación de Calidad de Voz con SmartBit (Canal T1)	59
Tabla 5.	Características de las Herramientas	60

RESUMEN

TITULO: ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA

AUTOR: ANDRADE GONZALEZ, Dayro José

PALABRAS: Control de Congestión, Disponibilidad, Eficiencia,
CLAVES Principios de Administración, Herramientas de Administración.

DESCRIPCIÓN:

Este documento tiene como objetivo general realizar un análisis de las tecnologías disponibles para la Administración del Ancho de banda como alternativa para la solución de los problemas presentados en las redes de comunicación de datos por la desorganización en el tráfico y por los altos volúmenes de información generada por aplicaciones no permitidas, lo cual satura los canales.

En las redes de comunicación de datos, el ancho de banda es un recurso valioso que debe ser bien administrado con el fin de brindar a todas sus aplicaciones los niveles de disponibilidad y eficiencia requeridos para su buen funcionamiento. Por otra parte este es un recurso costoso, el cual no se debe desperdiciar. Las herramientas de administración se basan en principios como políticas de administración, clases de servicio, calidad de servicio, control de congestión, etc., para organizar el flujo de datos y, asignar y garantizar a cada aplicación el recurso necesario para su funcionamiento.

El documento presenta también las características de dos de las herramientas comerciales más importantes en el mercado, las cuales son ofrecidas por sus respectivos fabricantes. Estas dos herramientas son comparadas con base en un estudio técnico realizado por expertos en el tema. Los resultados de esta comparación permiten recomendar una de estas herramientas en caso de implementar estas técnicas.

ABSTRACT

TITLE: **BANDWIDTH MANAGEMENT**

AUTHOR: ANDRADE GONZALEZ, Dayro José

KEY WORDS: Congestion Control, Availability, Efficiency, Principles of Administration, Management tools.

DESCRIPTION:

The general objective of this document is to analyze the available technologies for bandwidth management administration as a possible alternative to solve problems presented in communication networks due to traffic disorders and high volume of information generated by non allowed applications, which make the channels get saturated.

In networks communications the bandwidth is a valuable resource that has to be well administrated in order to offer to all applications the right level of availability and efficiency required to work in the correct way. On the other hand, this is an expensive resource, which is not to be wasted. The administration tools are based on principles such as Administration Rules, Class of Service (CoS), Quality of Service (QoS), Congestion Control, etc., to organize data flows and, to assign and guaranty to every application the bandwidth necessary to work.

This document also present the most important characteristics of two of the most important bandwidth management tools available in the market, offered by its own maker. These tools are compared based on a technical study made by this topic's experts. The results of the comparison are used as support to recommend one of these tools in case of implementing the studied techniques.

INTRODUCCIÓN

La gestión de las redes de comunicación de datos es un tema que día a día ha ido tomando mayor importancia gracias a los beneficios que dichas redes representan para cualquier entidad. A pesar de su permanente estudio y desarrollo aún se pueden presentar ciertas deficiencias que finalmente se traducen en sobrecostos e inconvenientes de operación.

Las tecnologías de Administración de Ancho de Banda son un complemento a la gestión de redes, que han sido desarrolladas con el fin de controlar y garantizar el uso eficiente de los canales de comunicación en las redes de transmisión de datos, permitiendo así entregar a los usuarios los niveles de Disponibilidad y Rendimiento ofrecidos.

Este documento presenta una revisión de los conceptos relacionados con la administración del Ancho de Banda presentando los principios y técnicas en las cuales se basan las aplicaciones para cumplir con el objetivo principal de este tema. Igualmente se hace una presentación de dos de las herramientas comerciales de mayor reconocimiento en el mercado, con las respectivas características enseñadas por sus fabricantes, y se muestra una comparación de las mismas con base en un estudio práctico realizado por expertos de la National Chiao Tung University con sede en Taiwán.

Se espera que este trabajo sea de gran ayuda y sirva como guía para aquellas personas e instituciones que deseen involucrarse en el estudio de estas herramientas y en la implementación de las mismas como solución a los problemas de congestión presentes en sus redes. De manera particular se espera que este texto sea útil tanto para estudiante como para profesores

de la Universidad Industrial de Santander en el estudio y conocimiento de este tema, y tenga cabida en el futuro desarrollo de la red de la institución.

1. IMPORTANCIA DEL TEMA

Las redes de comunicación de datos forman parte de la infraestructura de cualquier organización y por tal motivo deben ser controladas y administradas eficientemente para cumplir con los requerimientos que permitan alcanzar los objetivos de incremento de la efectividad y reducción de los costos de operación.

El ancho de banda es un recurso cuyo costo ha ido disminuyendo gracias al desarrollo y avance tecnológico en materia de software y hardware el cual ha conducido a tener hoy en día enlaces rápidos por un costo inferior al que representaba un enlace lento hace una década. Sin embargo es un recurso valioso y aun costoso el cual debe ser bien aprovechado.

Este desarrollo tecnológico también ha facilitado las labores de operación de los procesos al ofrecer herramientas de fácil manejo y de gran acción con las cuales se simplifica y se disminuye el esfuerzo físico y se aumenta el control brindando además posibilidades de predicción, evaluación y corrección de sucesos no deseados.

Además del enfoque hacia la parte laboral e investigativa, el desarrollo de los sistemas ha aprovechado las ventajas de las nuevas tecnologías para adelantar y mejorar las aplicaciones orientadas a la relajación y la distracción, las cuales hacen uso de buena parte de la capacidad y de los recursos disponibles en los sistemas, como son memoria, espacio en disco, velocidad de procesamiento, tiempo de respuesta, etc.

Con el mejoramiento y evolución constante de los equipos y sistemas se han obtenido mayores capacidades de procesamiento y de almacenamiento con

lo cual se dio base a la creación de aplicaciones más complejas y de mayor alcance y en consecuencia de mayor consumo de recursos. Luego, con la implementación de las redes de comunicaciones y con la integración de las mismas, especialmente el establecimiento de la red mundial de Internet, los requerimientos tecnológicos de operación aumentaron y las velocidades de procesamiento y de respuesta comenzaron a depender no solo de los equipos como tal sino también del ancho de banda del canal utilizado para realizar la comunicación.

Aprovechando las ventajas de las redes de comunicación de datos, la creación de software de distracción ha tomado también un dimensionamiento más robusto y de mayor consumo de recursos, por lo cual en organizaciones de trabajo específico ha sido necesaria la restricción de su acceso con el fin de salvaguardar los espacios de acción requeridos por las aplicaciones de operación y funcionamiento de la entidad. Entre estas aplicaciones se encuentran los Chats, descargas de música, videos, videoconferencias, transmisión de voz, juegos en línea, etc.

Con el fin de mantener y mejorar el servicio prestado por las redes de comunicación de datos, existen las funciones del Administrador de la red, las cuales tienen como objetivo orientar, mantener y mejorar la operación de ésta, al igual que velar por su correcto desarrollo y expansión para cumplir con las metas de disponibilidad y rendimiento fijadas.

La Administración de la Red está destinada a suplir las necesidades de los clientes, en términos de disponibilidad, desarrollo y estabilidad, parámetros fundamentales para la implementación de nuevas aplicaciones e ingreso al sistema de nuevos clientes además de ser requerimientos para ofrecer un fácil acceso y disminuir la probabilidad de problemas técnicos. Estos

parámetros también conforman la base para el cambio, el mejoramiento y la ampliación de la propia red.

En esta Administración intervienen factores claves cuyos resultados favorables son indiscutiblemente necesarios para cumplir con su propósito. Estos elementos son la metodología desarrollada, las herramientas utilizadas y el recurso humano. El éxito en el manejo de la red está en mantener el nivel de servicio y de esta manera asegurar el funcionamiento eficiente y efectivo durante todo el tiempo de operación. Para cumplir con esto se presentan cuatro áreas de gran importancia las cuales corresponden al Control Operacional, para soportar decisiones de operación, Seguimiento y Análisis, para soportar decisiones estratégicas y tácticas, Planeación de Capacidad y la Administración del conjunto como tal.

En general las actividades de la Administración de Redes giran en torno al control del tráfico que transita sobre sus diferentes canales con el fin de evitar las congestiones y de agilizar su transmisión garantizando su autenticidad y privacidad en caso de ser necesario. Se realizan capturas periódicas y en tiempos diferentes de datos en los diferentes nodos que la conforman como base para el análisis de su operación y la toma de decisiones efectivas que garanticen una organización eficiente del mismo.

Estas operaciones no contemplan distinción alguna de las aplicaciones activas aunque en algunos casos se tienen sistemas de etiquetas que priorizan cierto tráfico. Es por esto que en la mayoría de los casos las aplicaciones importantes de la entidad se ven afectadas por ciertas aplicaciones innecesarias e indebidas ya que consumen parte del canal reduciendo así el ancho de banda efectivo.

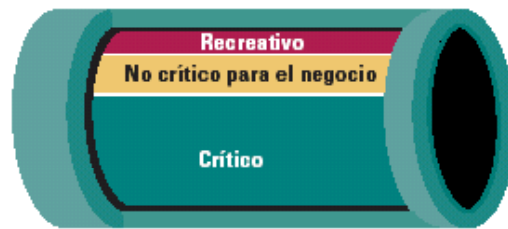
Las políticas de uso de las redes contemplan la prohibición sobre el uso de software ajeno a las actividades institucionales y manifiestan cierto tipo de sanciones sobre el uso no autorizado de estas, pero esto no significa que se tenga control total sobre dicho software ni sobre el ancho de banda utilizado. Al tener afectado el canal comúnmente se recomienda en primera instancia un aumento del ancho de banda contratado, lo cual representa dinero extra mal gastado.

Para dar solución a este inconveniente se debe incluir en la administración de la red la administración del ancho de banda del canal, con lo cual se divide el ancho de banda para ser igualmente compartido por todas las aplicaciones soportadas por la red, pero en este caso el ancho de banda destinado para las aplicaciones efectivas de la entidad representa un porcentaje mayor del canal y es exclusivo para dichas aplicaciones, mientras que el ancho de banda restante es compartido por software de distracción y demás aplicaciones compitiendo por el espacio en iguales condiciones. De esta manera se garantiza la efectividad y la eficiencia del canal y la operatividad del sistema.

Este recurso es el centro de atención y soporte sobre el cual se trata toda la información y opera todo el software.



Canal sin Administración
de Ancho de Banda



Canal con Administración
de Ancho de Banda

Figura 1. Administración de Ancho de Banda

2. PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA

La Administración de Ancho de Banda es un tema concebido con el fin de asegurar y garantizar el grado de Disponibilidad y de Rendimiento necesario para soportar el tráfico y las aplicaciones vitales instaladas en una red.

Este es un tema amplio que entre sus criterios y principios reúne conceptos como Calidad de Servicio, Clase de Servicio, Control de Congestión, Balanceo de Cargas, etc., los cuales son presentados a continuación.

2.1 POLÍTICAS DE ADMINISTRACIÓN

Con el fin de organizar y definir el uso de la red, se deben establecer unas reglas de administración de esta y de su ancho de banda dentro de las cuales se deben definir las aplicaciones a soportar, los usuarios de las mismas y los grados de prioridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento.

En general, estas reglas de administración deben superar inquietudes como el quién o qué usuarios, aplicaciones o acciones pueden ser habilitados para operar en la red. Se debe identificar cuál es el tráfico que requiere mayor grado de prioridad, cuál requiere un menor grado y los de grados intermedios. También se deben seleccionar las aplicaciones cuyo tráfico puede ser descartado en condiciones de extrema congestión y aquellas que requieren de alta disponibilidad por ser aplicaciones vitales que no pueden por ningún motivo salir de servicio.

Estas indicaciones son base y punto de partida para gestionar y mantener los niveles de servicio y de efectividad de la red de una organización y por lo tanto el rendimiento y productividad de la misma.

2.2 CLASE DE SERVICIO (CoS)

La clasificación de servicios es una forma de priorización de la información mediante la asignación de Colas de flujo teniendo como base para dicha clasificación el tipo de usuario que envía o recibe los datos o el tipo de aplicación que se está ejecutando.

En cuanto al tipo de usuario, dentro de una entidad cualquiera se dan prioridades al personal de alto rango dentro de la jerarquía institucional, y en cuanto a las aplicaciones que se están ejecutando se asignan niveles de prioridad altos a aquellas aplicaciones sensibles a los retardos en el tiempo como son las aplicaciones de Voz sobre IP y Video, y bajos niveles de prioridad para aplicaciones menos sensibles a dichos retardos como son las transferencias de archivos.

De esta forma, los datos correspondientes a actividades o usuarios de alta prioridad son conducidos a través de colas de flujo para las cuales se garantiza un alto grado de Calidad de Servicio mientras que las otras aplicaciones son tratadas a través de Colas con un menor grado de QoS.

2.3 DIFERENCIACIÓN DE SERVICIOS

La diferenciación de servicios, llamada también DSCP (Differentiated Services Code Point) es utilizada para priorizar el tráfico IP y brindar el

respectivo tratamiento de acuerdo al grado de prioridad en cada uno de los saltos por los cuales un paquete debe atravesar para ir desde una estación fuente hasta su respectiva estación destino, de acuerdo con unas reglas ya definidas para dar tratamiento prioritario a las aplicaciones de mas importancia que puede existir sobre la red, como son Voz sobre IP y Video Conferencias. Con esta priorización, en el momento de recibir los paquetes en uno de los saltos de la red, los datos con mayor prioridad van a ser asignados a las Colas de flujo de mayor Calidad de Servicio e igualmente van a ser transmitidos por las rutas que garanticen el cumplimiento de este parámetro.

Esta priorización se indica en la cabecera IP de cada paquete que se transmite haciendo uso del byte destinado para el tipo de servicio TOS (Type of Service). Esto quiere decir que en esta indicación solo intervienen los elementos de la comunicación punto a punto. Los dispositivos a través de los cuales los datos pasan en el camino leen la cabecera IP de cada uno de los paquetes para poder tratar el paquete de acuerdo al grado de prioridad asignado y lo transmiten al siguiente punto sin modificar dicho parámetro.

Version	Length	Service Type	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live	Protocol	Header Checksum		
Source IP Address				
Destination IP Address				
IP Options (optional) + Padding				
Data				

Figura 2. Cabecera IP

2.4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

El concepto de Calidad de Servicio hace referencia a la capacidad de transmisión de paquetes desde un origen hasta un destino con el mínimo retardo posible y el menor número de paquetes perdidos, teniendo en cuenta que los canales de transmisión son compartidos con otras fuentes de datos dentro de una misma red.

El grado más alto de calidad de servicio que se podría obtener, se presentaría en un canal exclusivo de conexión entre dos equipos de red, ya que no se comparte ningún otro usuario el ancho de banda disponible sería del 100% de la capacidad. En aplicaciones reales se pueden obtener grados de servicio altos en conexiones a través de switches donde cada estación está conectada a uno de los puertos disponibles en dicho equipo. Cuando la conexión se realiza a través de un Hub, la calidad del servicio disminuye puesto que en este caso todos los equipos conectados al Hub tendrían que compartir el mismo canal y esperar a que una transmisión termine para poder disputar este recurso.

Algunos factores que pueden contribuir al detrimento de la calidad del servicio pueden ser entre otros el gran número de usuarios que pueden estar compartiendo un canal, los retardos causados por fallas en algún equipo en la red, congestiones presentadas por saturación de equipos de enrutamiento, retardos por largas distancias de transmisión, etc.

2.5 CONTROL DE CONGESTIÓN

La congestión es uno de los principales problemas que se presenta en una red de comunicación de datos y se presenta en gran parte por la cantidad de

usuarios y el volumen de tráfico que estos envían a través de la red. El canal de transmisión es compartido por gran número de usuarios y el recurso es limitado por la tecnología utilizada, aunque idealmente dicho recurso es ilimitado.

Existen técnicas que han sido desarrolladas como mecanismos de control de congestión con el fin de superar los inconvenientes presentados por dichos sucesos. Estas técnicas, las cuales son de gran apoyo para la Administración de Ancho de Banda son presentas a continuación.

2.5.1 Gestión de Colas con Base en Clases (CLASS-BASED QUEUEING)

La gestión de Colas Basada en Clases (Class-Based Queueing) se refiere a un algoritmo de formación de Colas desarrollado para administrar el tráfico de paquetes basado en las características del mismo. Los paquetes son clasificados de acuerdo a ciertos parámetros de sus cabeceras IP, tales como dirección de origen, dirección de destino, puerto de comunicación, protocolo utilizado, etc., y cada una de las clases es asignada a una de las colas FIFO (First In First Out), para cada una de las cuales ha sido asignado un ancho de banda.

Las colas son establecidas y organizadas de un modo jerárquico de forma que el ancho de banda total disponible es asignado a la cola matriz, a partir de la cual se desprenden o ramifican las colas o grupos de colas asignadas a las diferentes aplicaciones soportadas. A las colas establecidas dentro de la cola matriz se les asigna un determinado ancho de banda de acuerdo a los criterios ya mencionados.

Teniendo en cuenta que las aplicaciones soportadas por la red no trabajan todo el tiempo al ciento por ciento y por lo tanto no siempre utilizan a totalidad del ancho de banda asignado, dicho ancho de banda puede ser temporalmente compartido con aquellas aplicaciones que requieran una adición de este recurso por tener picos de tráfico durante su ejecución.

Por otra parte, las colas tienen asignada una prioridad de tránsito, siendo aquellas que enfilan el tráfico de las aplicaciones mas relevantes las que tienen un mayor grado de prioridad, estableciendo y garantizando así la disponibilidad del canal para estas funciones, y filtrando además las operaciones innecesarias sobre la red. Es así como por ejemplo las aplicaciones de Voz sobre IP o las aplicaciones SSH tienen una prioridad sobre FTP.

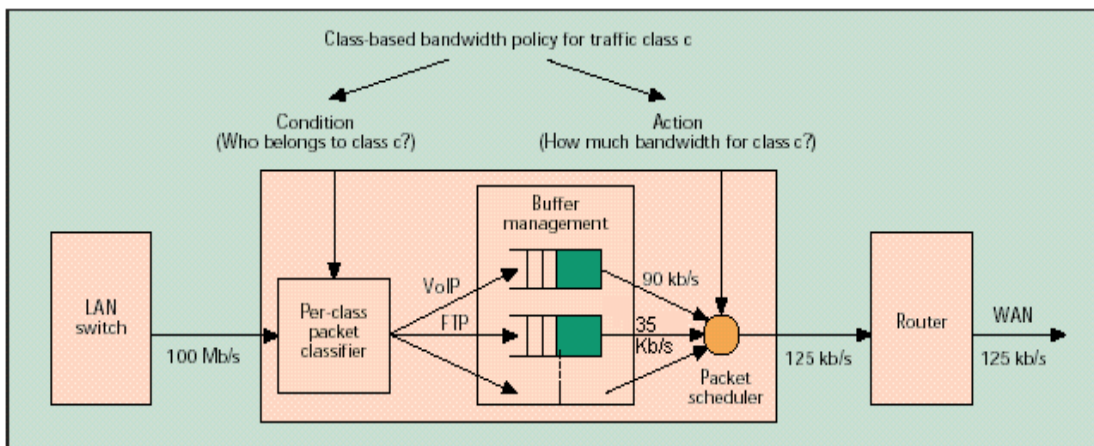


Figura 3. Class-Based Queuing

2.5.2 Gestión Jerárquica de Colas por Flujo (HIERACHICAL PER-FLOW QUEUING)

La Gestión de Colas Por Flujo asigna a cada cadena de paquetes una cola en particular, a la cual le garantiza una determinada tasa de transmisión y se le ha especificado un grado de servicio determinado por el grado de prioridad de la aplicación que se está ejecutando.

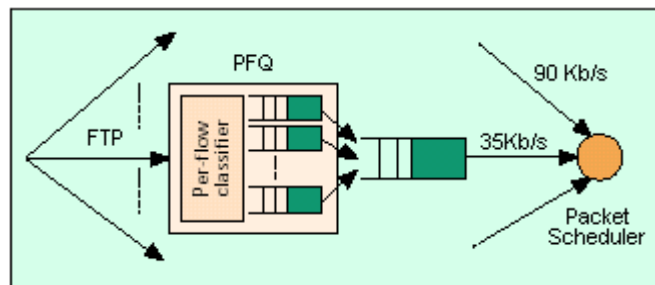


Figura 4. Per-Flow Queuing Básico

Los flujos de datos para los cuales no ha sido asignada una cola de tráfico, y que por lo tanto no representan una aplicación con grado de prioridad, son asignados y transmitidos a través de una Cola compartida cuyo flujo puede ser asignado mediante un proceso estocástico. Para direccionar los paquetes hacia su respectiva cola de flujo, los sectores de los encabezados correspondientes a la dirección IP fuente y a la dirección IP destino, así como los sectores correspondientes al puerto fuente y al puerto destino son tratados mediante una función Hash.

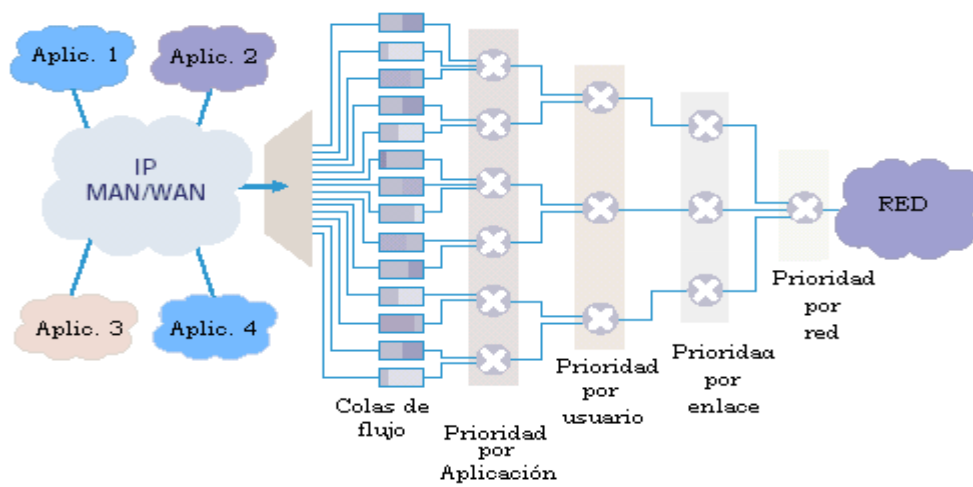


Figura 5. Per-Flow Queuing

Con esta forma de Gestión, los sistemas que pueden soportar mas colas que la cantidad de flujos presentes en la red, garantizan que para cada flujo se asigna una cola de flujo diferente además de que las colas de tráfico sin grado de prioridad van a ser compartidas por un menor número de aplicaciones.

Gracias a esto se elimina la necesidad de configurar anchos de banda compartidos por clases de tráfico, e igualmente se elimina la necesidad de actualizar continuamente la clasificación de paquetes de datos por variación de aplicaciones o datos soportados por la red.

Por otra parte la capacidad de realizar un seguimiento y la opción de controlar el flujo de datos ofrece a los operadores y administradores la posibilidad de programar la transmisión de datos y de descartar paquetes selectivamente al momento de presentarse una congestión, basándose en el grado de prioridad de las aplicaciones y en el grado de servicio necesario para el correcto funcionamiento y operación de las mismas.

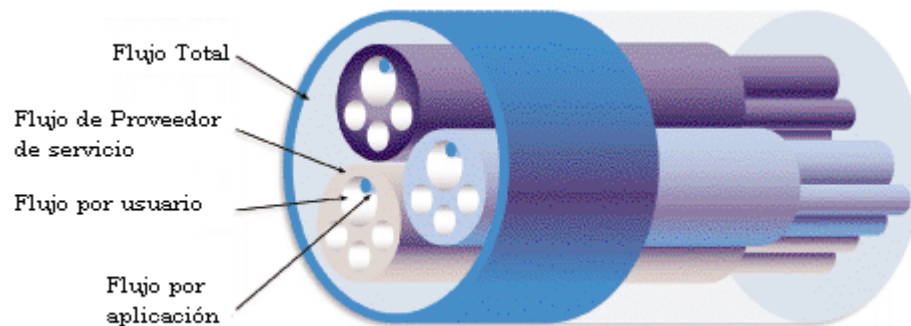


Figura 6. Per-Flow Queuing - Canal

2.5.3 Gestión por Descarte Anticipado Aleatorio (RANDOM EARLY DISCARD)

La gestión por descarte anticipado aleatorio RED, se basa en un algoritmo activo de gestión de Colas que evita la congestión de la red mediante el descarte probabilístico de paquetes, lo cual lo diferencia de otros algoritmos básicos que realizan descarte de paquetes una vez el buffer de recepción ha utilizado toda su capacidad. Para tomar decisiones sobre el descarte o no de un paquete, el algoritmo calcula constantemente el tamaño promedio de la Cola y lo compara con dos umbrales, uno máximo y otro mínimo, dentro de los cuales debe permanecer dicho parámetro. Al estar basado en un valor promedio y no en un valor instantáneo, cuando se presenta un valor cercano al valor máximo, el algoritmo descarta paquetes probabilísticamente hasta que el nivel baje. Con esto no se interrumpe la transmisión en su totalidad, hecho que se presentaría si se tuviera en cuenta el valor instantáneo en el umbral máximo.

El algoritmo RED está conformado por dos partes fundamentales que son: Cálculo de la longitud promedio de la Cola y la decisión de descartar paquetes.

El cálculo de la longitud promedio de la cola determina el valor a tener en cuenta para establecer que tan cerca del umbral se encuentra dicho valor al momento de recibir paquetes entrantes en el buffer. Cuando el valor promedio es menor que el umbral mínimo, ningún paquete es descartado pero cuando el valor promedio es superior al umbral máximo cada paquete recibido es descartado. La idea fundamental del algoritmo es hacer que el valor promedio de la longitud de la Cola no supere el umbral máximo. Cuando este valor se encuentra entre el valor máximo y el mínimo los paquetes son descartados con una probabilidad que aumenta a medida que el valor promedio aumenta. Los paquetes asignados a las colas con mayor cantidad de flujo adquieren una mayor probabilidad de ser descartados con el fin de mantener y garantizar el tráfico en la red.

Esta forma de gestión presenta frente a otras ventajas como la reducción en el número de paquetes descartados al implementar un gran número de Colas de tráfico, disminución del retardo en la transmisión al mantener un tamaño promedio de Cola pequeño y prevención de bloqueos en la red al garantizar la disponibilidad permanente de Buffers de recepción para los paquetes de datos entrantes.

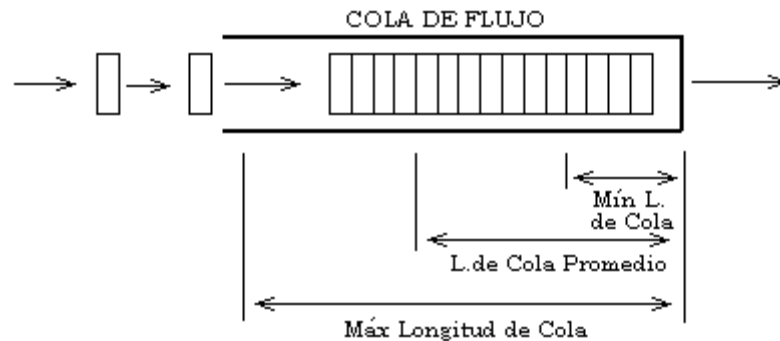


Figura 7. Random Early Discard

2.5.4 Control de Transmisión TCP (TCP RATE CONTROL)

El control de transmisión TCP es una técnica que controla y gestiona el flujo de datos mediante el cambio de parámetros en las cabeceras IP de los paquetes en curso además de inducir retardos en la transmisión.

Al momento de hacer una transmisión de datos, la estación fuente envía cierto número de paquetes, establecidos por el tamaño de la ventana de transmisión, los cuales son diferenciados unos de otros mediante el número de identificación colocado en el respectivo espacio de la cabecera IP. Esta estación queda en espera del acuse de recibo (ACK) que debe enviarle la estación destino para poder continuar con una nueva transmisión de paquetes. La técnica de control de flujo TCP establece la interceptación de los acuses de recibo y el retardo de los mismos hasta un tiempo máximo inferior al tiempo de latencia del paquete. De esta manera el acuse llega a la estación fuente justo a tiempo para no ser retransmitido. Por otra parte, cuando se está generando el retardo del ACK, en caso de ser necesario es modificado el tamaño de la ventana de transmisión.

Esta forma de control de flujo presenta como desventaja que una vez se ha ocupado el ancho de banda, los paquetes son descartados sin tener como parámetro para esta acción ningún tipo de prioridad. También se presentan ineficiencias por la transmisión de paquetes muy pequeños, además de una respuesta lenta a los cambios de condiciones en la red, puesto que las decisiones de modificación del tamaño de la ventana y el retardo de los acuses de recibo no se toman hasta no recibir un nuevo grupo de paquetes diferentes al que se está tratando en el momento que cambian las condiciones de la red.

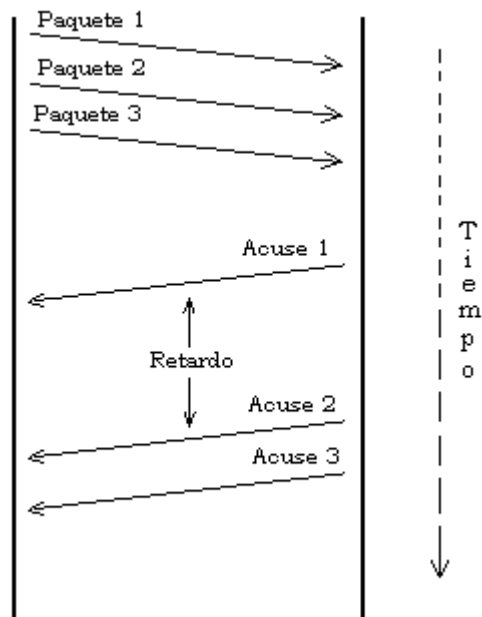


Figura 8. TCP Rate Control

2.5.5 Notificación Explícita de Congestión (EXPLICIT CONGESTION NOTIFICATION)

Esta técnica de gestión de tráfico consiste en enviar un bit de notificación de congestión en la cola de flujo cuando el nivel del mismo está próximo a un umbral máximo permitido para garantizar su correcto funcionamiento. En este caso el software de gestión envía un mensaje de notificación a la estación destino para indicar que se ha presentado congestión y que se debe bajar la tasa de envío. Por su parte, la estación destino, envía a la estación fuente un acuse de recibo del paquete con la solicitud de bajar la tasa de transmisión. Este acuse de recibo (ACK) es llamado ECN-Echo.

Esta técnica es usada cuando el grado de congestión es manejable, pero cuando dicho grado de congestión es alto se opta por descartar paquetes hasta superar el percnance.

2.6 BALANCEO DE CARGAS

El balanceo de cargas es un proceso de distribución de tráfico a través de múltiples rutas, enlaces o equipos con el fin de mejorar el rendimiento y superar posibles inconvenientes de congestión.

Dentro de este concepto de balanceo de cargas está contemplada la implementación de múltiples enlaces configurados para comportarse como uno solo de gran capacidad, lo cual es conocido como Canales Agregados (Link Aggregation). Igualmente se presenta el procesamiento de la información haciendo uso de múltiples procesadores ubicados en un solo nodo, equipo o grupo de equipos cuya función es tratar bloques de datos en el mismo espacio de tiempo para así agilizar su transmisión o su operación.

3. HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN DE ANCHO DE BANDA

Las herramientas de Administración de Ancho de Banda son instrumentos de gestión de este recurso desarrollados con aplicaciones de software y hardware, enfocadas hacia la optimización y uso eficiente del ancho de banda disponible en la red con el fin de mantener y mejorar la Disponibilidad y el Rendimiento requerido por las aplicaciones que sobre la misma están instaladas, además de garantizar los posibles niveles de servicio acordados (Service Level Agreements) frente a posibles clientes de la red.

Dentro del grupo de herramientas desarrolladas con este propósito se encuentran las siguientes:

PacketShaper: Packeteer Inc.

NetReality: Allot Communications

ET/BMGR : Emerging Technologies / Bandwidth Management Solutions

FloodGate: Check Point

Ipolicer: Accute/BroadWeb

AstroFlow: Netsoft Inc.

Guardian Pro: NetGuard

A continuación se presentan dos de las herramientas de Administración de Ancho de Banda mencionadas.

3.1 PACKETSHAPER

El sistema de Administración de Tráfico ofrecido por PACKETEER, tiene como objetivo garantizar el desarrollo eficiente y confiable, traducido en mantenimiento y mejoramiento de los niveles de Disponibilidad y Rendimiento, de las aplicaciones críticas que sobre una red WAN e Internet se puedan estar trabajando. Esta herramienta tiene como base el monitoreo y manipulación de la información, presentando como función opcional la compresión de dicha información. Esto para cumplir con su objetivo y garantizar el aprovechamiento y recuperación de la inversión que representa su implementación.

Mediante el monitoreo se obtiene información veraz y datos precisos sobre las aplicaciones que en determinado momento se están ejecutando sobre la red y el ancho de banda que dichas aplicaciones están consumiendo, además de su desarrollo y los puntos de retardo presentados.

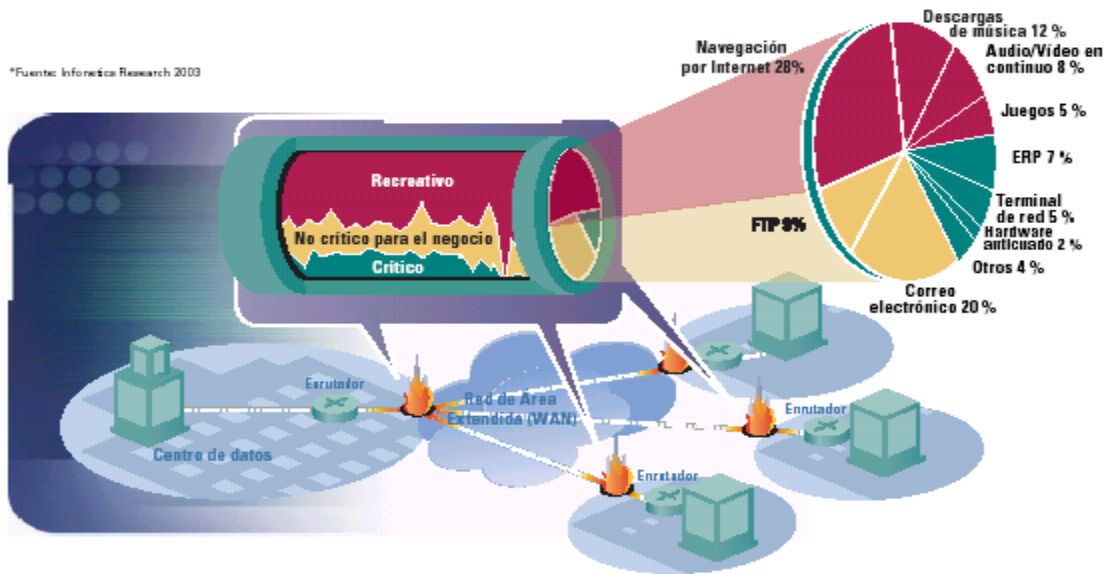


Figura 9. Visualización de Tráfico en la Red

La manipulación y control de la información ayudan a mejorar, mantener y controlar el correcto uso y desarrollo de las aplicaciones, al tiempo que se evita mediante el bloqueo de operación todas aquellas aplicaciones y actividades de distracción ajenas a la actividad propia para la cual fue implementada la red y que están restringidas por las políticas de administración que pretenden garantizar la calidad de servicio (QoS) sobre este recurso.

La compresión del tráfico que transita por la red se realiza con el fin de liberar ancho de banda, evitar congestiones en los diferentes nodos por saturación de las colas de tráfico, y garantizar el recurso necesario para el correcto funcionamiento de las aplicaciones críticas, además de permitir el envío de mayor volumen de datos en un tiempo menor.

Packeteer ofrece entre sus productos, 4 herramientas nombradas de acuerdo a su funcionalidad como PacketSeeker, PacketShaper, PacketShaper Xpress (Compresión de información) y, ReportCenter y PolicyCenter.

PacketSeeker es una aplicación de monitoreo de tráfico que identifica aplicaciones en proceso sobre una red WAN o Internet a nivel de capa 7 (Aplicación), identifica el grado de utilización de dichas aplicaciones y su respectivo tiempo de respuesta además de los posibles problemas generados. Las características y propiedades de esta herramienta son incluidas por PacketShaper en su etapa de Análisis y Reporte.

PacketShaper es una herramienta totalmente transparente para la red sobre la cual se instala, desarrollada por Packeteer Inc., la cual además de visualizar el tráfico que está corriendo sobre la red con sus respectivas características, permite la manipulación y control del mismo con el fin de

lograr las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento de las diferentes aplicaciones de acuerdo a las necesidades y políticas de gestión establecidas. Para cumplir con su objetivo, PacketShaper implementa las técnicas Class-Based Queuing (CBQ), Per-Flow Queuing (PFQ) y TCP Rate Control (TCR).

El hardware de esta herramienta se ubica en la red LAN que se desea controlar, entre el Switch principal y el Router. Si se tiene una red WAN y se requiere administrar el tráfico en toda la red, se debe instalar y conectar este dispositivo al Router y éste al enlace de salida en cada una de las LAN dentro de la red.

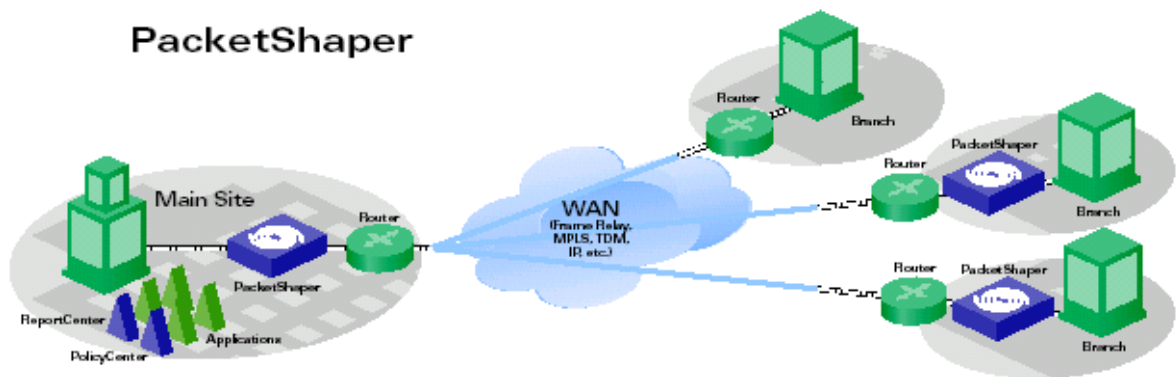


Figura 10. Ubicación de Hardware de PacketShaper

PacketShaper actúa en cuatro pasos que en su respectivo orden son: Clasificación, Análisis, Control y Reporte.

3.1.1 Clasificación

Ésta es la base fundamental de la gestión de Ancho de Banda realizada por la herramienta ya que es el punto de aplicación de las políticas de

administración del recurso. La clasificación del tráfico se realiza de capa 3 a capa 7 lo cual constituye una gran ventaja al tener una visión amplia de las aplicaciones a gestionar.

En este paso se establece un árbol jerárquico de clasificación de tráfico conformado por las clases de tráfico definidas para el caso específico. Esta clasificación se realiza por la identificación de parámetros de las diferentes aplicaciones como son el puerto o rango de puertos, dirección IP o rango de direcciones IP, dirección MAC, lista de host, marca de Calidad de Servicio (QoS), Tipo de Servicio (ToS), Clase de Servicio (CoS), sub-clasificación de aplicaciones como Oracle, Citrix, Voz sobre IP (VoIP), sub-clasificación HTTP por URL, por tipo de contenido, por tipo de MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions – Sistema que permite integrar dentro de un mensaje de correo electrónico ficheros binarios de imagen, sonido, programas ejecutables, etc.), tipo de browser, etc.

Dentro de las diferentes aplicaciones y protocolos identificados por la herramienta se encuentran los siguientes:

Client/Server	Directory Services	Host Access	Music P2P	Routing
CORBA		ATSTCP	Aimster	AURP
CVS	CRS	Attachmate	AudioGalaxy	BGP
Folding@Home	DHCP	SHARESUDP	Rhapsody	CBT
FIX (Finance)	DNS	Persoft Persona	Mac Satellite	DRP
Java Rmt Mthd	DPA	SMTBF	Blubster	EGP
MATIP (Airline)	Finger	TN3270	DirectConnect	EIGRP
MeetingMaker	Ident	TN5250	EDonkey	IGMP
NetIQ AppMngr	Kerberos		Emule	IGP
OpenConnect JCP	LDAP	Legacy LAN and Non-IP	Overnet	MPLS (+tag, +app)
SunRPC (dyn port)	RADIUS	AFP	FileRogue	OSPF
	SSDP	AppleTalk	Furthurnet	PIM
Content Delivery	TACACS	DECnet	Gnutella	RARP
AOL	WINS	IPX	Acquisition	RIP
Backweb	whois	FNA	Ares	Spanning Tree
Chaincast			BearShare	VLAN (802.1p/q)

Tabla 1. Aplicaciones y Protocolos identificados

Content Delivery	E-mail and Collaboration	Legacy LAN and Non-IP	Music P2P	Security Protocol
EntryPoint	Biff	LAT	Furi	DLS
Kontiki	cc:MAIL	NetBEUI	Gnotella	DPA
Marimba	IMAP	MOP-DL/RC	gnucleus	GRE
PointCast	LotusNotes	PPPoE	gtk-gnutella	IPSEC
NewsStand	MSSQ	SNA	LimeWire	ISAKMP/IKE key
WebShots	Microsoft DCOM (MS Exchange)	Messaging	MyNapster	exch
ERP	Novell GroupWise	AOL Instant Messenger	Mactella	L2TP
Baan	POP3	ICQ	Morpheus	PPTP
JavaClient	SMTP	IRC	Mutella	SOCKS Proxy
JD Edwards	File Server	MSN Messenger	Nap Share	Session
Oracle (7,8,9i)	AFS	Yahoo! Messenger	Phex	REXEC
SAP	CVSup	Misc	Qtraxmax	rlogin
Internet	Lockd	AOL	Qtella	rsh
ActiveX	Microsoft-ds	MultiMedia	Shareaza	Telnet
FTP, Passive FTP	NetBIOS-IP	Multi-cast NetShow	toadnode	Timbuktu
Gopher	NFS	NetMeeting	XoloX	VNC
HTTP Tunnel	Novell NetWare5	QuickTime	Groove	Xwindows
IP, IPIP, UDP, TCP	rsync	RTP	Hotline	Thin Client or Server Based
IPv6	Games	Real Audio	iMesh	Citrix
IRC	Asheron's Call	Streamworks	KaZaA	Published Apps,
Mime type	Battle.net	RTSP	KaZaA Lite	Nfuse, IMA
NNTP	Diablo II	MPEG	Napster	RDP/Terminal Server
Socks2http	Doom	ST2	Amster	Voice over IP
SSH/TCP	EverQuest	SHOUTcast	audioGnome	CiscoCTI
SSL	Kali	WebEx	File Navigator	Clarent
TFTP	Half-Life	WindowsMedia	Gnapster	CUSEEme
UUCP	LucasArts (Jedi*)	Network Management	Grokster	Dialpad
URL	MSN Zone	Cisco Discovery	gtk napster	H.323
Web browser	Dark Age of Camelot	Date-Time	jnapster	I-Phone
Database	Quake I, II, & III	IPComp	MacStar	MCK Commun.
FileMaker Pro	SonyOnline	ICMP by packet	Maxter	Megaco
MS SQL	Tribes I,II	type	My Napster	Micom VIP
Oracle 7/8i	Unreal	Microsoft SMS	Napigator	MGCP
Progress	Warcraft III	NTP	NapMX	Net2Phone
Healthcare	Yahoo! Games	RSVP	Napster Fast Search	RTP
DICOM	Print	SNMP	Napster/2	RTCP
HL7	LPR	SYSLOG	Napster, MacOSX	SIP
	IPP	Time Server	OpenNap	Skinny (SCCP)
	TN5250p		Rapster	T.120
	TN3287		Snap	VDOPhone
			Spotlight	
			WebNap	
			WinMX	
			Scour	
			Tripnosis	

Tabla 1. Aplicaciones y Protocolos identificados (Continuación)

En muchas redes la mayoría del tráfico que transita sobre estas se identifica como tráfico WEB pero no todo está relacionado con actividades de producción o prioritarias por lo cual no todo necesita el mismo tratamiento, además de que parte de dicho tráfico corresponde a aplicaciones cuyo tráfico no siendo WEB aparenta serlo.

Por ejemplo, el tráfico HTTP XML correspondiente a aplicaciones de negocios (e-bussines) se diferencia del tráfico HTTP MPEG correspondiente a descargas de música. También se presentan aplicaciones que no siendo HTTP utilizan el puerto 80 para no ser bloqueadas o limitadas, ejemplo de esto es KAZAA.

Para realizar esta diferenciación, el tráfico HTTP se subdivide usando para esto el tipo MIME, URLs, tipo de Browser, etc.

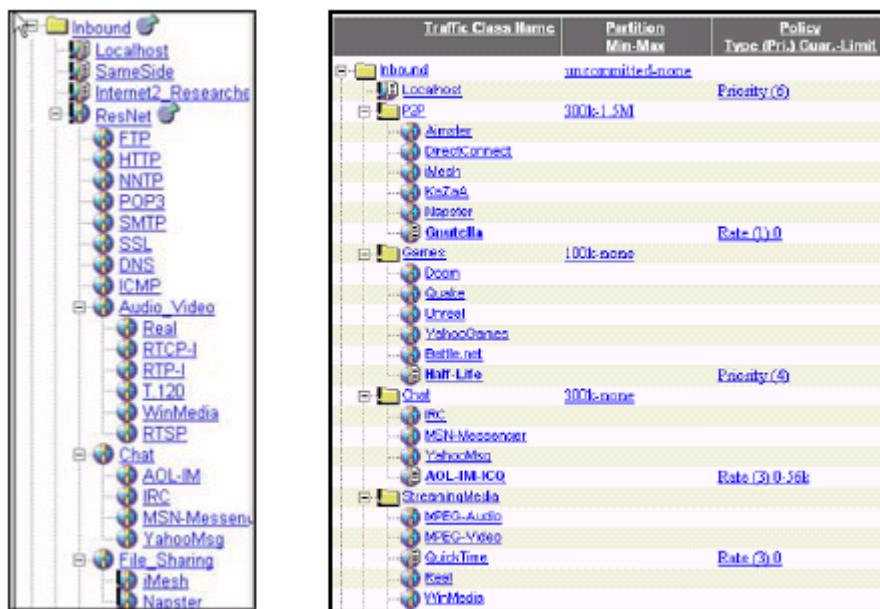


Figura 11. Clasificación de Tráfico

Como ya se mencionó, la clasificación del tráfico además de realizarse de acuerdo a la aplicación que lo genera, puede realizarse también de acuerdo al punto fuente o estación fuente de este. La base de esta clasificación está en la dirección IP de la estación, aún cuando se trabaja con DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) o cuando se tiene configuración de redes VLAN. Esta es la clasificación mas comúnmente utilizada cuando se tiene un sitio central de gestión de una red WAN. En este caso la herramienta obtiene para cada una de las estaciones o grupo de estaciones en la red, el grupo de aplicaciones que está ejecutando con sus respectivas características de consumo de recursos.

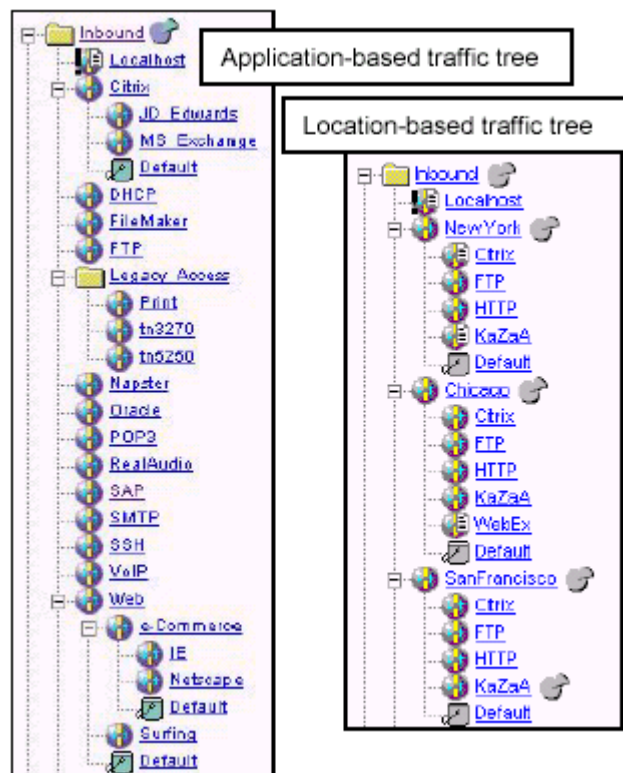


Figura 12. Clasificación de Tráfico por Aplicación y por Localización

3.1.2 Análisis

En su etapa de análisis, PacketShaper realiza una inspección minuciosa de todo el tráfico que está transitando por la red, mas específicamente del tráfico que fluye a través del hardware de la herramienta, determinando información clave para la administración del ancho de banda como son los niveles pico y promedio de tráfico, concentración de tráfico por usuarios, concentración de tráfico por aplicaciones y tráfico WEB, etc. En general, esta herramienta determina el nivel de consumo de ancho de Banda y, los usuarios o grupos de usuarios y aplicaciones que consumen este recurso con su respectivo grado e impacto de uso.

De esta manera se tiene un elemento de juicio para establecer el grado de eficiencia con que se está tratando el ancho de banda del canal en uso, además de visualizar concretamente si el ancho de banda requerido para el correcto funcionamiento de las aplicaciones críticas es el que se está utilizando o si se está incurriendo en un gasto extra por un determinado ancho de banda no necesario.

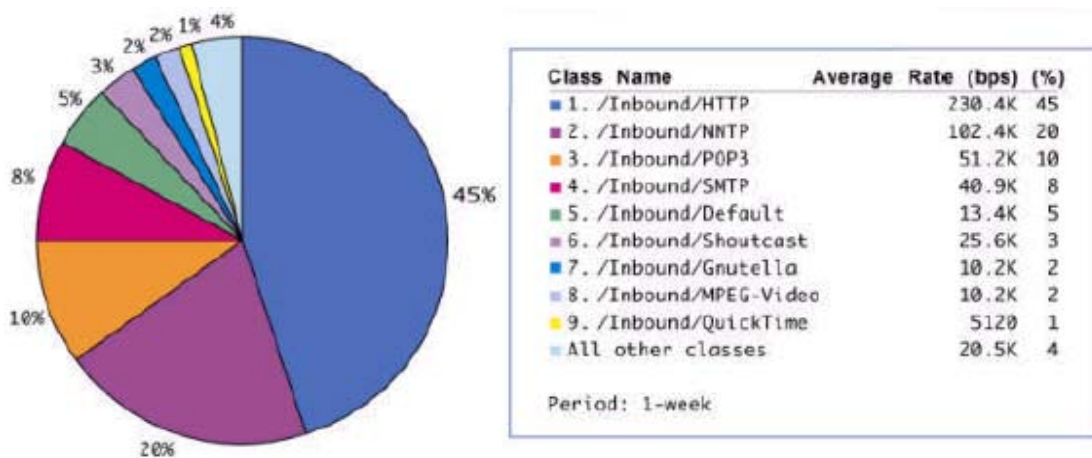


Figura 13. Consumo de Ancho de Banda por aplicación

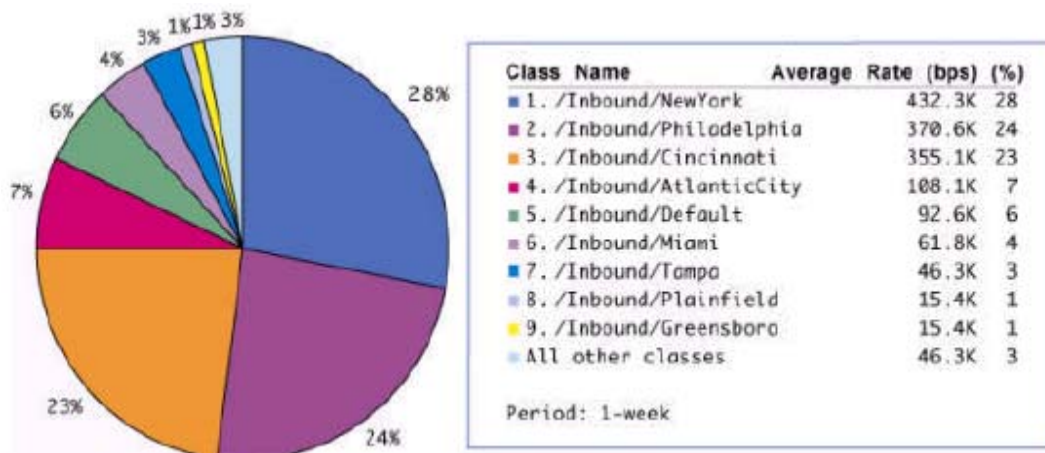


Figura 14. Consumo de Ancho de Banda por localización

Al tener una visión detallada del análisis del tráfico por aplicación y por usuario o grupos de usuarios, también se puede obtener, en cuanto al tráfico WEB las aplicaciones o direcciones con las cuales se están presentando consultas o intercambio de datos.



Figura 15. Presentación de Consumo de Ancho de Banda por aplicación

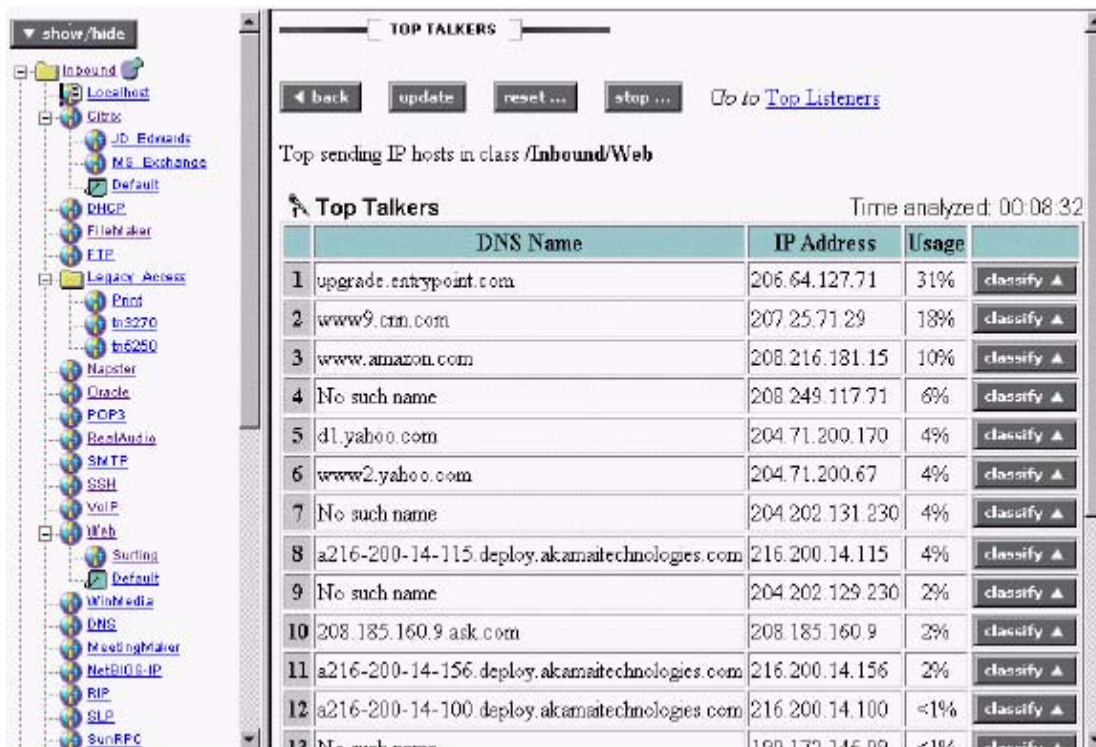


Figura 16. Presentación de tráfico http

Con el fin de poder determinar los momentos en que están sucediendo los impulsos de tráfico y en general los diferentes comportamientos presentados dentro de los diferentes enlaces y dentro del canal en general, la herramienta mantiene un registro histórico de todos los eventos ya mencionados y apreciados en las anteriores figuras. Ésto ofrece la posibilidad de tener una apreciación gráfica de los sucesos y una idea más clara para tomar las medidas a que haya lugar.

Para poder tener un análisis y una apreciación de toda esta información, PacketShaper trabaja con alrededor de 60 parámetros tomados y medidos a partir del flujo en cuestión.

El primero de estos parámetros es el tiempo de respuesta (RT), definido como el tiempo transcurrido desde el momento en que el cliente genera una petición hasta el momento en que recibe respuesta del servidor, y el cual es fácilmente calculado gracias a que todo el tráfico transita a través del hardware de la herramienta.

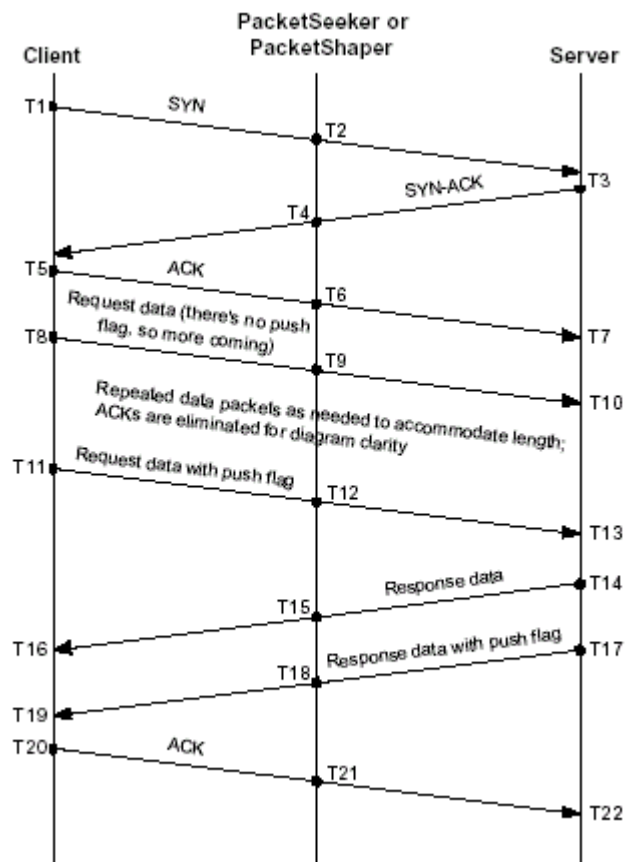


Figura 17. Tiempos de Retardo

Como se puede observar en el gráfico de conexión TCP, el cliente inicia el envío de mensajes hacia el servidor solicitando la conexión con la señal SYN. Esta señal es tomada y leída por PacketShaper en el tiempo T2, para luego ser enviada hacia el servidor. El servidor recibe el mensaje y en el

tiempo T3 envía como respuesta el mensaje SYN-ACK, el cual es recibido por PacketShaper en el tiempo T4 y reenviado hacia el cliente. En el tiempo T5 el cliente envía hacia el servidor el mensaje de establecimiento de la conexión ACK, el cual es recibido por la herramienta en el tiempo T6 y por el servidor en el tiempo T7.

Teniendo en cuenta estos tiempos, PacketShaper obtiene el tiempo de respuesta calculando la diferencia entre T4 y T2 llamada Retardo de Transito en el Servidor (STD), y la diferencia entre T4 y T6 llamada Retardo de Transito en el Cliente (CTD). El tiempo de respuesta total (RTT) está definido por la suma de los dos valores anteriores.



Figura 18. Round-Trip Time

En este momento la herramienta no conoce el retardo en el servidor. Este tiempo de retardo es calculado a partir del momento en que Packeteer reconoce el envío del ultimo paquete de un grupo por parte del Cliente (T12). Dicho paquete es recibido por el Servidor en el tiempo T13 a partir del cual realiza las respectivas tareas de organización de respuestas para ser enviadas al Cliente en el tiempo T14. La diferencia entre T14 y T13 es el tiempo de procesamiento del Servidor, pero no es visto por la herramienta.

PacketShaper detecta el primer mensaje de respuesta del grupo en el tiempo T15 y calcula la diferencia de tiempo entre este tiempo y el tiempo T12. Por otra parte, también conoce la longitud de los paquetes con lo cual calcula el tiempo de preparación de uno de estos denominado $\Delta 1$ y lo suma al valor STD. El tiempo de procesamiento del Servidor es calculado como la diferencia entre T15 y T12, menos la suma de STD y $\Delta 1$.

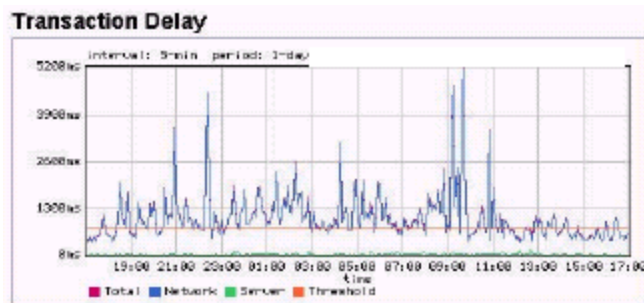


Figura 19. Retardo en el Servidor y en la Red

Por otra parte, para conocer el retardo en la red, se debe obtener primero el retardo total, el cual es calculado a partir del momento en que el cliente envía el primer mensaje (T8) hasta el momento en que este envía el acuse de recibo ACK de la última respuesta (T20). Estos instantes de medición son vistos por PacketShaper en los instantes T9 y T21 respectivamente. Se debe tener en cuenta que el cliente requiere de un tiempo extra en la organización de los paquetes para su envío. Este tiempo es llamado $\Delta 2$ y la diferencia entre T21 y T9 sumada a este corresponde al retardo total. Ahora bien, el retardo en la Red se conoce como el resultado de la diferencia entre el Retardo Total y el Retardo en el Servidor.

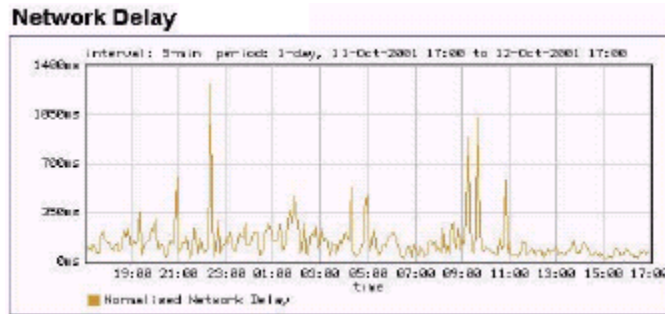


Figura 20. Retardo en la Red

Otro parámetro presentado a partir de la medición de tiempos de retardo es el Tiempo de Intercambio de Paquetes (PET – Packet Exchange Time), definido como el tiempo transcurrido desde que PacketShaper reenvía un paquete hasta que recibe el respectivo acuse de recibo ACK.

El conocimiento de estas mediciones en milisegundos, puede que a simple vista no entregue una información que sirva de base para tomar una decisión en cuanto a la operación y funcionamiento de la red pero sirve de base para que la herramienta presente de forma gráfica el comportamiento de las aplicaciones teniendo en cuenta los parámetros de comportamiento fijados como límite de retardo alto y bajo para los requerimientos que se hayan establecido. PacketShaper define este concepto como el Nivel de Disponibilidad Aceptado (Service Level Compliance) y es utilizado en el análisis de todas las aplicaciones o clases de tráfico establecidas que son soportadas por la red. Un ejemplo de su empleo es representado por la siguiente figura.



Figura 21. Nivel de Disponibilidad Aceptado

Además de los parámetros ya mencionados, esta herramienta trabaja con las siguientes métricas:

Capacidad de Procesamiento.

Capacidad de Procesamiento por Clase de Tráfico.

Capacidad de Procesamiento por dirección IP, por grupo de direcciones o por sub-red

Conexiones TCP rechazadas por regla de administración, por congestión, rechazadas e ignoradas por el servidor y abortadas por usuario.

Mayor número de conexiones TCP simultaneas.

Histograma de velocidad de conexión y tamaño de paquetes por usuario.

Aplicaciones más utilizadas, URLs y usuarios.

Número y porcentaje de conexiones con Rendimiento requerido, etc.

3.1.3 Control

La etapa de control es la etapa activa dentro del proceso de administración de ancho de banda. Con base en la clasificación de tráfico y en el análisis del mismo, esta etapa se encarga de realizar y aplicar las operaciones y procedimientos necesarios para organizar el tráfico evitando que se

presenten congestiones y garantizando el rendimiento requerido por cada una de las aplicaciones que la red soporta. TCP y UDP Rate Control son las técnicas aplicadas por PacketShaper para cumplir con su propósito.

La separación virtual de ancho de banda para su asignación de acuerdo a la clasificación del tráfico y a las políticas de administración del recurso, se realiza mediante la creación de particiones, para las cuales se especifica el ancho de banda reservado.

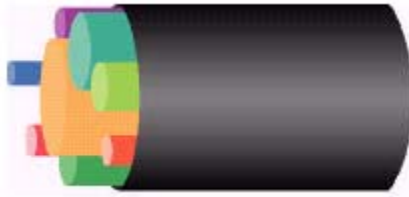


Figura 22. Separación virtual del Ancho de Banda

Además de especificarse el ancho de banda reservado, cada partición tiene un ancho de banda mínimo de reserva para las aplicaciones o usuarios para los cuales a sido asignado y un ancho de banda con posibilidad de ser compartido. En caso de que un canal virtual requiera en determinado momento de un ancho de banda extra, puede recibir prestado dicho recurso de otra partición que en dicho instante no lo esté utilizando. Una vez se alcance el número máximo de particiones posibles en el canal, el ancho de banda con posibilidad de ser compartido es tomado y asignado a las nuevas particiones.

Las Particiones presentan dos formas de clasificación de acuerdo a su principio de operación. Las Particiones jerárquicas corresponden a aquellos canales cuyo tráfico ha sido clasificado teniendo en cuenta las aplicaciones

que sobre el están siendo manejadas y las Particiones Dinámicas corresponden a los canales virtuales sobre los cuales la clasificación del tráfico se ha realizado de acuerdo al usuario que utiliza el recurso. Estas últimas pueden ser creadas para soportar el tráfico correspondiente a un grupo de usuarios dentro de un rango de direcciones IP.

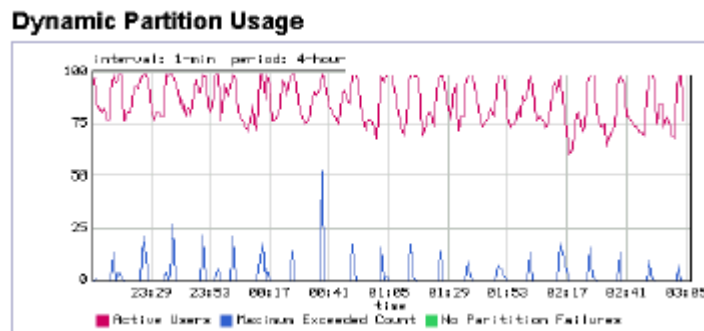


Figura 23. Partición Dinámica

Las Particiones Dinámicas son implementadas cuando se tiene como objetivo brindar un ancho de banda equitativo para las aplicaciones de cada usuario o grupo de usuarios de acuerdo a las políticas de administración establecidas, dejando en segundo lugar la priorización de las aplicaciones que cada uno de ellos utiliza, mientras que las Particiones Jerárquicas se implementan focalizadas en la priorización de las aplicaciones que requieren de un alto Rendimiento y Disponibilidad de la Red por tratarse de aplicaciones sensibles a retardos en el tiempo, como la Voz sobre IP, Video conferencias u otras vitales para el funcionamiento y productividad de la entidad. Generalmente las aplicaciones que no son de alta prioridad son FTP, e-mail, Chat, juegos, etc, aunque se presentan casos particulares en que si lo son.

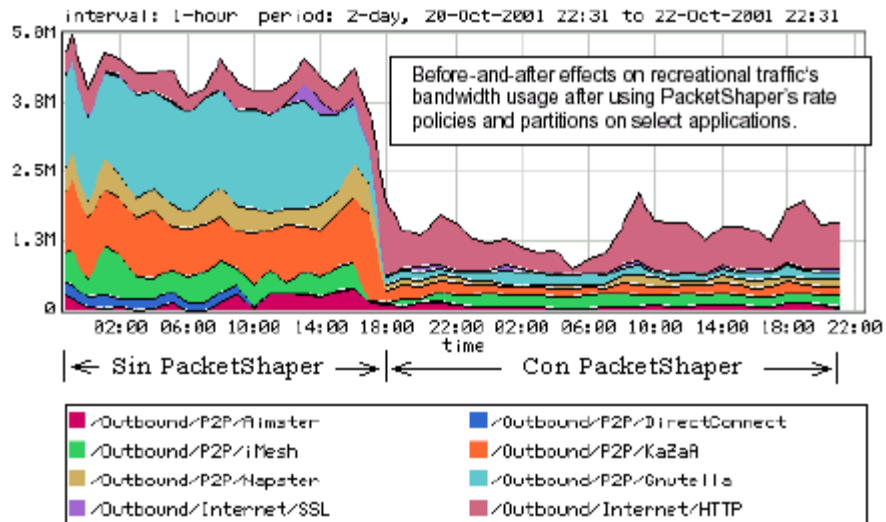


Figura 24. Particiones Jerárquicas

3.1.4 Reporte

PacketShaper es una herramienta que mantiene sus registros de información durante un tiempo superior a dos meses con el fin de facilitar el análisis histórico del funcionamiento de la red. Los informes de gestión de la red son obtenidos fácilmente a través de un navegador WEB como Internet Explorer o Netscape mediante sesión remota al hardware de la herramienta.

Los gráficos y tablas de los reportes están predefinidos por defecto para mostrar cierta información siguiendo un orden igualmente establecido pero la herramienta también ofrece la posibilidad al administrador del sistema de seleccionar los parámetros que desea visualizar en un reporte personalizado.

De esta manera el administrador puede conocer de manera particular características como cambio de configuraciones, condiciones críticas por usuario, capacidad utilizada de una partición, rendimiento de una aplicación,

número de particiones establecidas y número de particiones requeridas, puntos de retraso en el red, etc, y generar los reportes necesarios para informar a los usuarios con problemas y a los usuarios de interés sobre los sucesos.

El primer reporte sugerido por su fácil y rápida generación es el Resumen de Desarrollo de la Red, el cual está conformado por seis gráficos de los cuales tres son referidos a las conexiones de entrada y los otros tres a las conexiones de salida. El primer gráfico (Utilization) muestra un registro histórico de cuanto tráfico ha transitado a través del enlace WAN, el gráfico Network Efficiency muestra el ancho de banda que ha sido desperdiciado en retransmisiones. Top Ten Classes es el gráfico que muestra las 10 aplicaciones más utilizadas con sus respectivos niveles de consumo de recurso.

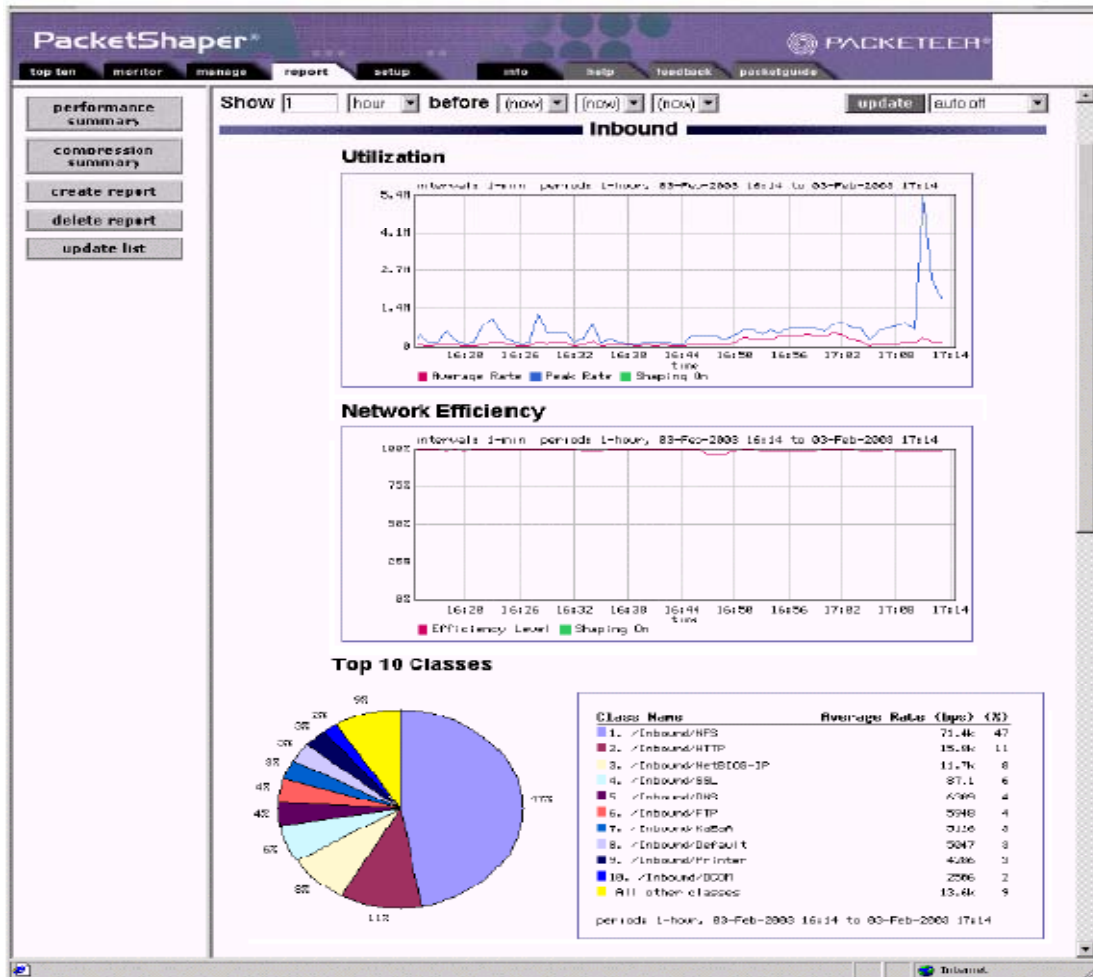


Figura 25. Reporte Resumen de Desarrollo de la Red

Tanto en el primero como en el segundo gráfico se indica con color verde, en caso de suceder, el momento en que los cambios de configuración sean aplicados por el sistema (Shaping On).

Como forma de disminuir el número de reportes individuales generados y los llamados de soporte de algunos puntos, el administrador tiene la posibilidad de generar paginas HTML con dichos reportes para que de manera individual el respectivo usuario pueda consultar el funcionamiento de su conexión o de

sus aplicaciones vía WEB sin tener la posibilidad de consultar datos no autorizados.

Una de las características más importantes en los Reportes de PacketShaper es la posibilidad de generar alarmas de eventos. La herramienta tiene predefinidos 22 eventos pero el administrador puede configurar más.

Traffic Class Name	Event Name	Threshold	State	Total	Compliant	Last Val.	Freq.	Graphs
inbound	LinkAverageBitRateHigh	> 300	violation	1090	94%	41279	1 min	Go...
inbound	WastedBandwidth	> 12	compliant	1093	100%	0	1 min	Go...

Figura 26. Informe de Eventos

En el gráfico anterior se puede apreciar un ejemplo de reporte de evento. En el se informa que la variable Link Average Bit Rate High ha sobrepasado su valor en 300 Kbps, por lo cual se etiqueta en rojo en la columna de estado como Violation.

3.2 NETREALITY

Esta es una herramienta combinada de software y hardware desarrollada por Allote Communications para realizar tareas de Administración de Ancho de Banda en redes, con el fin de controlar el tráfico y garantizar el correcto funcionamiento de las aplicaciones críticas instaladas. Esta herramienta implementa las técnicas Class-Based Queuing (CBQ), Per-Flow Queuing y TCP Rate Control (TCR) en el cumplimiento de su objetivo.

NetReality, a diferencia de muchas otras herramientas de administración de Ancho de Banda, cumple con su función ubicada topológicamente en la red WAN con el apoyo de su hardware complementario conformado por el servidor WanXplorer y la consola de administración, los cuales se localizan dentro de la red LAN.

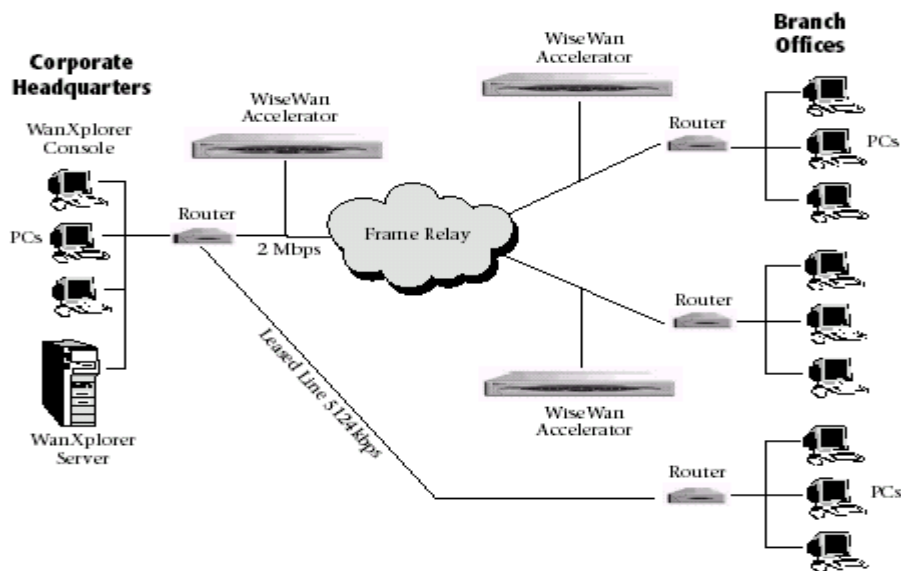


Figura 27. Ubicación de NetReality en la Red

NetReality cumple con su objetivo de administración del Ancho de Banda realizando tres tareas principales en su labor. La primera tarea es la de inspección y reconocimiento de la red, la siguiente tarea es la de monitoreo del tráfico WAN y la última es la definición y establecimiento de las reglas de administración.

3.2.1 Inspección y Reconocimiento de la Red

En la etapa inicial de reconocimiento de la red, NetReality realiza una inspección automática, detectando las configuraciones de las interfaces

físicas, los circuitos lógicos y el tráfico circulante. Todos los datos identificados son almacenados en el servidor WanXplorer como fuente de información para todos los análisis involucrados en el proceso a realizar. Una vez el sistema recopila toda la información inicial, entrega en forma automática el primer informe a través de la consola, el cual contiene la topología de la red, presentada con colores que indican el estado de cada uno de los componentes. Ejemplo de este informe puede ser apreciado en la figura 28

3.2.2 Monitoreo del Tráfico

La tarea de monitoreo del tráfico WAN es controlado desde la consola ubicada en la red LAN. La información visualizada es tomada desde el servidor WanXplorer una vez ha sido recibida desde el hardware WiseWAN. Este sistema permite realizar un registro e informe histórico por la recopilación y almacenamiento de datos en dicho servidor, o también un monitoreo en tiempo real. Entre las características de los datos monitoreados el sistema registra las aplicaciones con mayor consumo de ancho de banda, usuarios con mayor consumo, consumo en horas pico y no pico, etc.

3.2.3 Definición y Establecimiento de Reglas

La tercera tarea, que ha sido llamada Definición y Establecimiento de las Reglas de Administración, es realizada a través de la consola WanXplorer permitiendo al administrador definir y traducir las políticas de administración en instrucciones de control de tráfico que se deben realizar una vez sean cumplidas sus condiciones de ejecución.

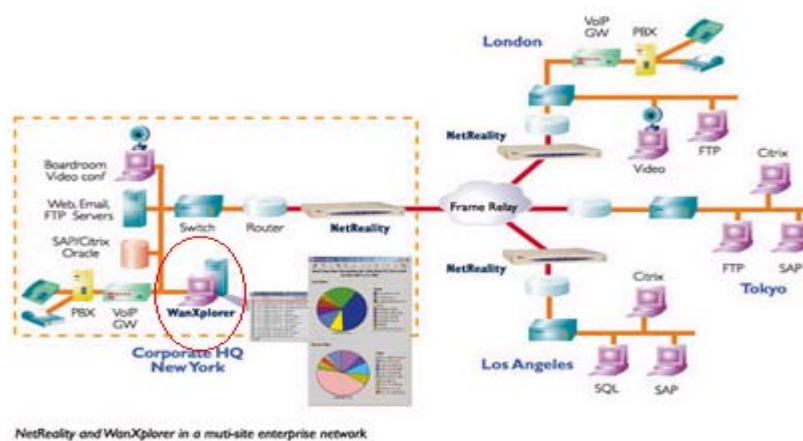


Figura 30. Consola de Administración

Estas instrucciones son para la herramienta los parámetros de clasificación y priorización del tráfico entre los cuales se encuentran las direcciones IP fuente, direcciones IP destino, protocolos, aplicaciones, etc., además de la asignación de ancho de banda por clase de tráfico. En la asignación de ancho de banda se debe especificar el límite mínimo y máximo por clase de tráfico ya que la herramienta implementa el principio de préstamo de este recurso no utilizado entre dichas clases. De esta manera se puede reservar cierto ancho de banda del asignado aunque no se esté utilizando, con el fin de tener un respaldo cuando se presentan picos de tráfico.

La clasificación del tráfico que transita a través de la red incluye los protocolos de Red, de Transporte y por supuesto de aplicación por lo que la herramienta realiza un análisis de los encabezados en las capas 1 a 4 (TCP, UDP, IP, Ethernet) y en la capa 7. Teniendo en cuenta que una misma aplicación puede atender múltiples sesiones simultáneamente, en el análisis realizado en la capa 7 se establece una clasificación de flujo de acuerdo al contenido. Por ejemplo, al identificar múltiples sesiones http se realiza una clasificación del mismo de acuerdo a las URLs y MIME types.

Las disposiciones y restricciones en cuanto al uso del canal puede variar en forma temporal y periódica, por esta razón NetReality ofrece la posibilidad de aplicación de las reglas de administración por un periodo de tiempo determinado por el administrador y, definido y estipulado a través de la consola.

Además de las características ya mencionadas, esta herramienta ofrece la posibilidad de configuración de alarmas automáticas que informan sobre un suceso particular definido. El sistema tiene en su menú una serie de eventos definidos pero el administrador puede adicionar los suyos propios. El reporte de alarmas puede hacerse enviando un email, a través de pager o mensajes a teléfono celular.

Time	Description	Severity	Source	Initial	Memo
Feb 24, 2003 10:29:03 AM	WiseWan disconnected	100	WiseWan 12.1.0.133	100	
Feb 6, 2003 8:01:11 PM	Wisewan connected	0	WiseWan 12.1.0.133	0	
Feb 6, 2003 7:55:51 PM	WiseWan disconnected	0	WiseWan 12.1.0.133	100	
Feb 2, 2003 3:28:36 PM	Line up	0	Line Line_25	0	
Feb 2, 2003 3:28:36 PM	Line up	0	Line Unclassified_Traffic_27	0	
Feb 2, 2003 3:28:36 PM	PVC is active	0	DLCI-Tunnel Unclassified_Trs	0	
Feb 2, 2003 3:28:32 PM	Line down	0	Line Line_25	100	
Feb 2, 2003 3:28:32 PM	PVC is inactive	0	DLCI-Tunnel Unclassified_Trs	70	
Feb 2, 2003 3:28:32 PM	Line down	0	Line Unclassified_Traffic_27	100	
Jan 30, 2003 7:19:27 PM	Line up	0	Line Unclassified_Traffic_27	0	
Jan 30, 2003 7:19:26 PM	PVC is active	0	DLCI-Tunnel Unclassified_Trs	0	
Jan 30, 2003 7:19:24 PM	Line up	0	Line Line_26	0	

Figura 31. Ventana de Alarmas

Otra característica importante es la posibilidad de consulta y verificación de cumplimiento del Nivel de Servicio (Disponibilidad) del enlace.

NetReality

SLA Report - Breaches Summary

Object : Line Internet-Line
 Period : 01-Nov-2002 8:45 PM - 01-Feb-2003 9:00 AM
 Requested period : 01-Nov-2002 9:00 AM - 01-Feb-2003 9:00 AM

Line: Internet-Line [Frame Relay]

Available [%]: 25.12 Failures: 0 MTBF [h:mm]: MTTR [h:mm]:

PVC Name	Available [%]	MTEF [h:mm]	MTTR [h:mm]	Average RT [ms]	RT exceeds threshold [h:mm]	BECLs while traffic < CR [h:mm]	Failures
DLCI_36[Line_232]	96.06	175:14	7:11			0:00	0
DLCI_17[Line_232]	95.08	175:55	7:20			0:00	0

Page 1 of 1 100%

Figura 32. Reporte de Nivel de Servicio

4. COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS

Con el fin de presentar las características más importantes y realizar una comparación entre las dos herramientas de administración ya tratadas, se ha tenido como base de información el estudio de técnicas de administración de ancho de banda realizado por Huan-Yun Wei y Ying-Dar Lin de la National Chiao Tung University, el cual analiza algunas de las herramientas comerciales de mayor renombre.

El estudio asume que las posibles congestiones se presentan específicamente en el dispositivo en cuestión y el resto de la red funciona perfectamente. Para obtener condiciones reales de uso de estas herramientas se han utilizado canales de estrecho ancho de banda como son enlaces de 125Kbps y enlaces T1 (1.544Mbps). Por otra parte el tráfico que se analiza es el tráfico a la salida de los dispositivos, viendo dichos dispositivos como una caja negra que recibe una información, la procesa y la entrega en forma ordenada y optimizada de acuerdo a las políticas que se hayan establecido.

Teniendo en cuenta que el tráfico que se pretende optimizar es el tráfico TCP, en el estudio se utilizan múltiples de estas sesiones generadas por diferentes hosts y el tráfico es enviado hacia un destino a través de una red WAN, simulada por el software Wan-emu el cual permite controlar retardos, pérdida aleatoria de paquetes y configuración de Jitter de forma individual para cada sesión TCP. Para obtener las diferentes direcciones IP y puertos necesarios para el estudio se ha aprovechado la característica IP-Aliasing presentada por Linux, la cual permite obtener múltiples direcciones IP con una sola tarjeta de red (NIC).

La figura 33 muestra la red implementada para la realización del estudio de las herramientas de administración de ancho de banda. El tráfico analizado parte de la fuente ubicada en la sección X (Izquierda) y va dirigido hacia el Destino ubicado en la sección Y (Derecha), pasando a través de las diferentes herramientas, puntos de monitoreo, simulador de WAN (Wan-emu) y los enrutadores Cisco, los cuales han sido utilizados debido a que el dispositivo WiseWAN (NetReality) solo presenta interface V.35

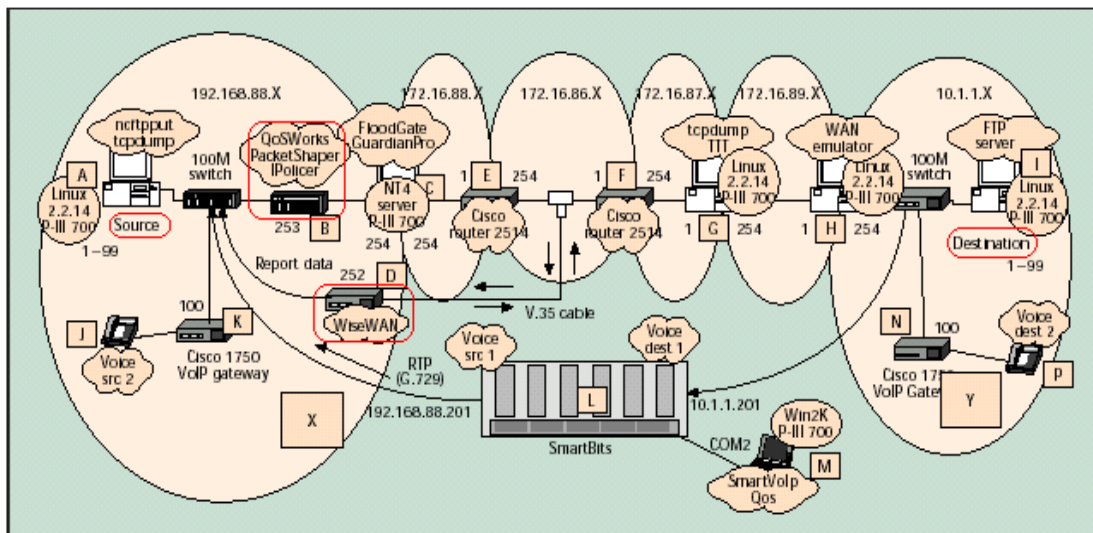


Figura 33. Red de Evaluación de Herramientas de Administración de Ancho de Banda

La siguiente tabla muestra cierta información sobre las herramientas de análisis y de generación de condiciones utilizadas, indicando su función, ubicación y localización dentro de la red.

HERRAMIENTA	FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	LOCALIZACIÓN
ncftpput	Generador de Tráfico TCP	Tráfico: 20 sesiones ncftpput desde subred X hasta Subred Y Tamaño de Paquete: 1500 bytes Opciones TCP: SACK/Timestamp/Window-scaling disable	A
SmartVolpQoS	Generador de Tráfico VoIP (UDP)	Tráfico: Sesión VoIP con formato RTP. Paquetes UDP Codec: G.729 (50 frames/s, tamaño frame=74bytes, 30Kb/s)	M
VoIP Gateway	Generador de Tráfico VoIP (UDP)	Tráfico: Sesión VoIP con formato RTP. Paquetes UDP Codec: G.729 (50 frames/s, tamaño frame=74bytes, 30Kb/s)	K y N
ttt	Monitoreo de Ancho de Banda en tiempo real	Monitoreo del Ancho de Banda del tráfico a través de este con especificación por protocolos, IP fuente, IP destino, etc	G
tcpdump	Packet Sniffer	Descarga el encabezado de los paquetes en la memoria RAM para evitar overheads. (Analizador de tráfico)	A y H
Self-Written AWK scripts	Analizador de Datos	Obtiene estadísticas de los resultados de tcpdump	G
self-Written WAN emulator	emulador WAN	para obtener las diferentes características de una red WAN real. (Retardos, Pérdida de paquetes, Jitter)	H

Tabla 2. Herramientas de evaluación

La evaluación de las herramientas se divide en tres pruebas de acuerdo a las características que se miden, y son llamadas Prueba Básica, Media y Avanzada.

4.1 PRUEBA BÁSICA

La prueba básica mide la Precisión y la Estabilidad en la asignación del ancho de banda por clases de tráfico y por sesión de acuerdo a las reglas establecidas. La Precisión en este caso hace referencia a la diferencia entre el Ancho de Banda configurado por clase y el Ancho de Banda medido. Matemáticamente se divide el valor medido (measured class goodput) entre el valor asignado (Given class goodput) y el resultado de esta operación debe ser 1 o lo más cercano a este valor, lo cual indica eficiencia en el proceso. La Estabilidad se refiere a la variación en la medida de asignación del Ancho de Banda de las diferentes clases y sesiones, y su parámetro de medición es el Coeficiente de Variación. En esta prueba también se mide la tasa de retransmisión la cual debe ser cero o lo más cercana a este valor e indica el espacio requerido en el Buffer al presentarse una congestión.

Para realizar esta prueba se ha utilizado un enlace WAN T1 el cual es dividido en cinco clases cada una de las cuales soporta cuatro sesiones TCP a las que se les debe garantizar una asignación de ancho de banda equitativa. El ancho de banda asignado a las clases de tráfico es 20 Kbps, 40 Kbps, 128 Kbps, 256 Kbps y 1100 Kbps respectivamente.

La prueba se realiza 5 veces con intervalos de 200 segundos y en cada oportunidad se presentan 20 sesiones FTP (1500 bytes) simultaneas generando tráfico desde la fuente hasta el destino durante 250 segundos. El tráfico de 30 a 230 segundos es analizado por tcpdump.

Los resultados de evaluación de Precisión muestran que PacketShaper ofrece eficiencia en el control de asignación del ancho de banda al presentar un valor muy cercano a 1 en todos los anchos de banda utilizados, mientras que NetReality (WiseWAN) presenta deficiencias en canales estrechos, en este caso en el canal de 20Kbps. Los resultados de estas mediciones se pueden apreciar en la siguiente figura.

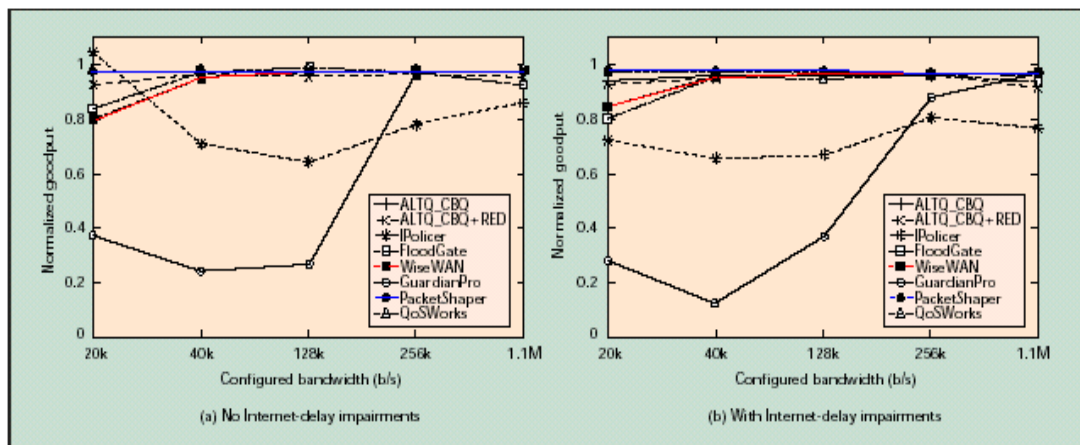


Figura 34. Estadísticas de Precisión de PacketShaper (Azul) y NetReality (Rojo)

La evaluación de Estabilidad muestran resultados que indican superioridad de PackeShaper sobre NetReality al presentarse ineficiencias en este último en las escalas de 20Kbps y 40Kbps. Los resultados se pueden apreciar en la figura presentada a continuación.

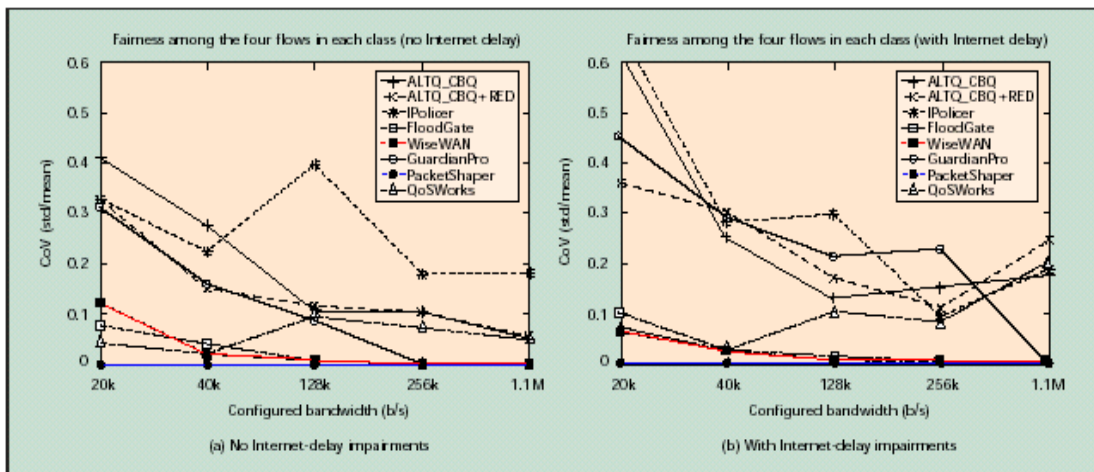


Figura 35. Estadísticas de Estabilidad de PacketShaper (Azul) y NetReality (Rojo)

En cuanto a la Tasa de Retransmisión de paquetes, PacketShaper no realiza retransmisiones por implementar TCR (TCP Rate Control). NetReality también implementa TCR, pero por el hecho de encontrarse instalado después del enrutador recibe todos los paquetes retransmitidos por dicho dispositivo y por lo tanto son procesados nuevamente por la herramienta. En los resultados se puede observar que se presenta un alta Tasa de Retransmisión en los canales estrechos que en el caso de estudio son los canales de 20 Kbps y 40 Kbps. La siguiente figura muestra los resultados.

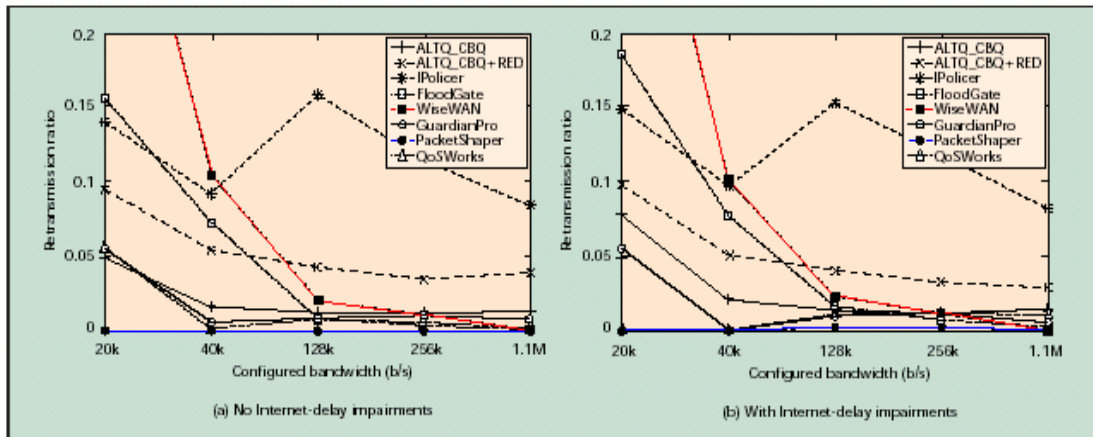


Figura 36. Estadísticas de Tasa de Retransmisión de PacketShaper(Azul) y NetReality(Rojo)

4.2 PRUEBA MEDIA

Esta prueba está enfocada en la evaluación de la efectividad en la asignación de ancho de banda a las diferentes sesiones TCP teniendo en cuenta que el tráfico en tránsito puede ser generado por Sistemas Operativos diferentes y puede presentar retardos y tasas de pérdida de paquetes distintas. También se tienen en cuenta los retardos originados por las largas distancias de recorrido en Internet las cuales originan también pérdida y retransmisión de paquetes, además de disminución en la tasa de transmisión.

Las figuras 34b, 35b y 36b, muestran el comportamiento de las herramientas al controlar tráfico con recorrido de largas distancias (Internet). En cuanto a Precisión y Tasa de Retransmisión se puede apreciar que el comportamiento no varía en forma significativa y en la grafica de estabilidad se observa una variación mínima en el tráfico controlado por NetReality.

Por otra parte, cuando se manipula la tasa de pérdida de paquetes se obtienen resultados mediante el tcpdump que muestran que PacketShaper no varía la tasa de transmisión en forma significativa, abandonando la manipulación de las ventanas TCP a medida que las pérdidas aumentan. Por su parte NetReality disminuye dicha tasa en forma considerable a medida que aumenta la tasa de pérdida.

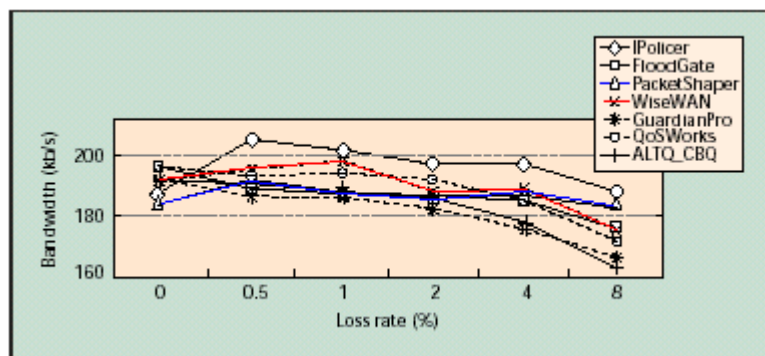


Figura 37. Variación en la Tasa de Transmisión Vs Tasa de Pérdida de Paquetes

Con relación al tráfico generado por diferentes Sistemas Operativos, al pasar a través de NetReality no se registra ninguna variación entre el tráfico de un sistema y el de otro, mientras que PacketShaper comprime la ventana TCP dependiendo del Sistema Operativo utilizado disminuyendo así la tasa de transmisión. En la gráfica siguiente se puede apreciar el resultado obtenido de la evaluación de las dos herramientas. El eje vertical corresponde a los bytes transmitidos, el eje horizontal representa el tiempo transcurrido y la pendiente de la curva representa el ancho de banda.

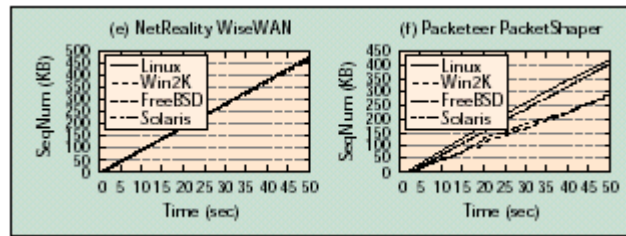


Figura 38. Tasa de Transmisión Vs Sistemas Operativos

4.3 PRUEBA AVANZADA

Esta prueba trata de evaluar las características avanzadas de las herramientas como son la calidad de la Voz sobre IP en condiciones de alto tráfico y el préstamo de ancho de banda entre clases de tráfico y entre sesiones dentro de una misma clase. La calidad de la voz es evaluada cuantitativamente a través del SmartBits (con Perceptual Speech Quality Measurement - PSQM) y subjetivamente mediante el Cisco VoIP Gateway por oído. La compresión de voz es realizada por el Codec G.729 el cual comprime con cierta distorsión haciendo su medida igual a 2.2 en ausencia de voz.

Para la evaluación del préstamo inter-clases se utilizan dos clases de tráfico en un canal T1 (1.544 Mbps) con asignación equitativa de ancho de banda y para la evaluación del préstamo intra-clases se utiliza una clase de tráfico con dos sesiones en un mismo canal T1 y asignación equitativa de ancho de banda.

Los resultados observados en cuanto al préstamo de ancho de banda entre clases de tráfico muestran que tanto PacketShaper como NetReality permite el préstamo del 100% del ancho de banda asignado a la clase cuando este

no está siendo utilizado. En cuanto al préstamo dentro de una misma clase las dos herramientas permiten el desarrollo de la técnica, sin embargo PacketShaper registra cierta inestabilidad en el instante en que se realiza el proceso. El resultado puede ser apreciado en la siguiente figura.

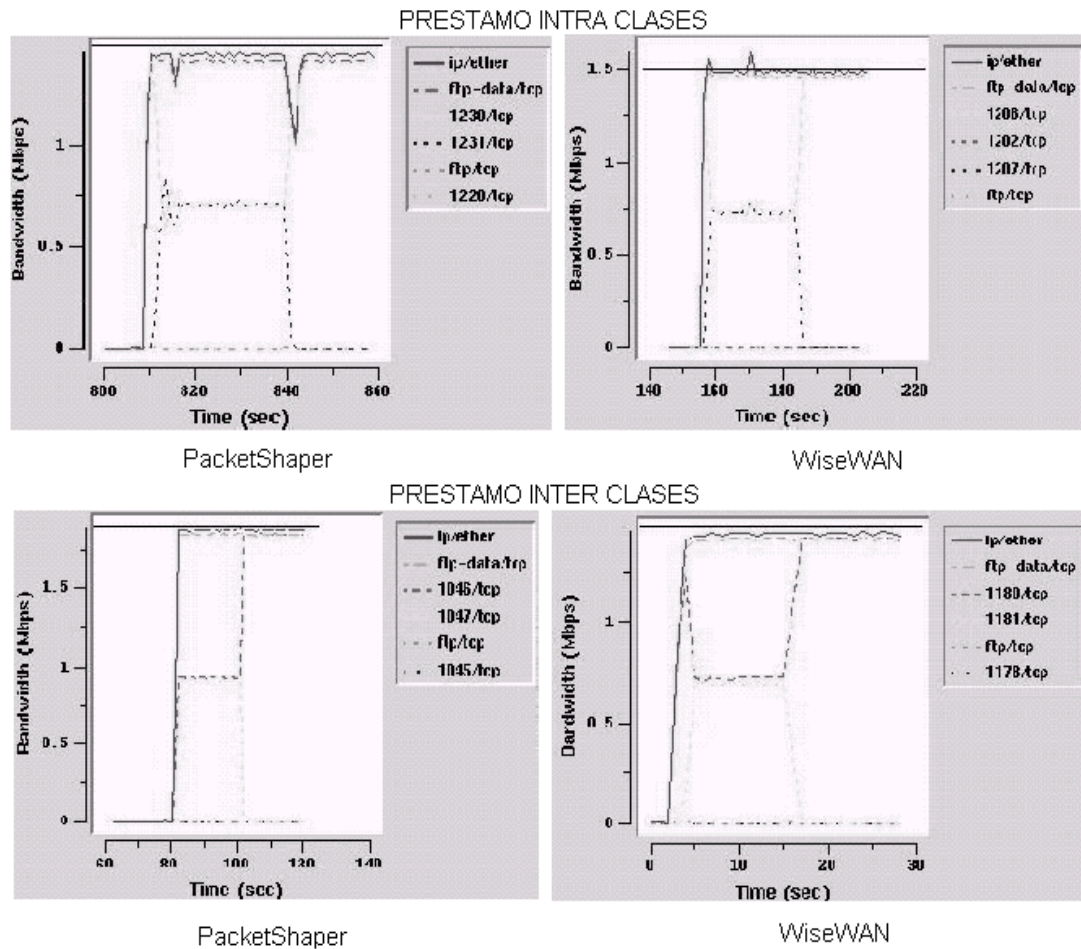


Figura 39. Préstamo Inter e Intra Clases

Para la evaluación de VoIP se implementan dos clases de tráfico en un canal de 125Kbps. La primera clase es VoIP con asignación de 30 Kbps y la segunda clase es FTP con asignación del resto del ancho de banda para soportar 20 sesiones FTP simultaneas. Mientras no se presenta tráfico de

voz, el ancho de banda separado para este tráfico es tomado en préstamo por el tráfico FTP.

Como resultado de la prueba auditiva a través del Cisco VoIP Gateway se reconoce una mejor calidad de voz a través de PacketShaper.

Uno de los problemas observados se presenta por el envío de paquetes grandes FTP (1500 bytes) ya que cuando este tráfico está ocupando todo el ancho de banda, en el momento de enviar un paquete de voz, éste debe esperar hasta que se complete la transmisión del paquete FTP para ser enviado. Este problema se acentúa cuando se utilizan canales con ancho de banda estrecho como en este caso (125 Kbps).

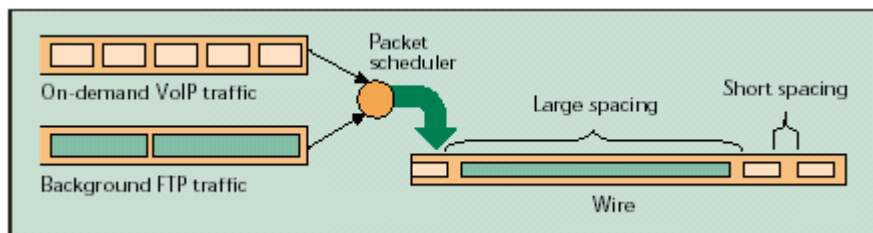


Figura 40. Retardo en Voz por Paquetes FTP

La figura 41 y las tablas 3 y 4 muestran los resultados de la medición realizada mediante SmartBits con PSQM, pérdida de paquetes, latencia, tiempo de establecimiento de llamadas, calidad de voz, etc.

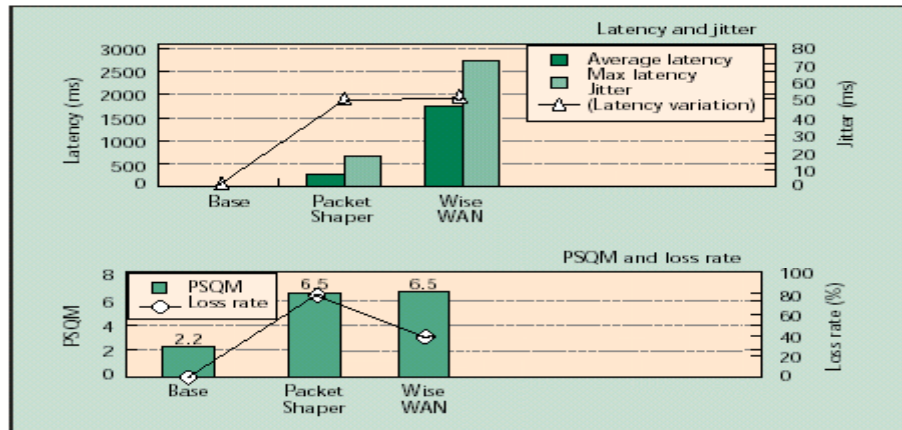


Figura 41. Evaluación de Calidad de Voz con SmartBit

Herramienta	T. Establecimiento de conexión	Retardo End to End	Calidad de Voz
PacketShaper	1 Seg	1 Seg	60%
WiseWAN (NetReality)	7 Seg	1,5 Seg	< 1%

Tabla 3. Evaluación de Calidad de Voz con SmartBit (Canal 125Kbps)

Cuando se realiza la prueba de Voz utilizando un canal T1 (1544Kbps) se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Herramienta	T. Establecimiento de conexión	Retardo End to End	Calidad de Voz
PacketShaper	0,5 Seg	<0,1 Seg	Muy Buena
WiseWAN (NetReality)	0,5 Seg	<0,1 Seg	Muy Buena

Tabla 4. Evaluación de Calidad de Voz con SmartBit (Canal T1)

A estas características y diferencias se suman aquellas presentadas en la sección dedicada a la presentación de las herramientas como son las técnicas utilizadas, el hardware, el sistema operativo, el punto de instalación

dentro de la red, etc. La siguiente tabla muestra algunas de estas características.

Herramienta		Técnicas Utilizadas	Sistema Operativo Hardware/Software	Ubicación en la red	Enlace	Hardware				Precio US \$
Fabricante	Modelo					Boot from	CPU	RAM	Interface	
Packeteer	PacketShaper	CBQ + PFQ + TCR	Embedded Linux, Hardware	LAN	45Mbps	Flash	P-III 600	128 M	10/100 Mbps	15000 - 20000
NetReality Allot Communications	WiseWAN	CBQ + PFQ + TCR	Proprietary, Hardware	WAN	5Mbps	Flash 32M	P 133	32 M	V,35	15000 - 25000

Tabla 5. Características de las Herramientas

La prueba avanzada se ha centrado básicamente en el tratamiento de las aplicaciones de VoIP, el cual es válido también para el tratamiento de información de video, ya que son éstas las aplicaciones más críticas que se pueden estar soportando en una red, en el sentido que representan actividades de uso permanente de seres humanos con un sistema auditivo y visual sensible a las variaciones y retardos en las señales recibidas.

No solamente las actividades relacionadas con el sistema humano reciben tratamiento de información crítica especial, sino también todos aquellos datos generados y manipulados por sistemas tecnológicos implementados con el fin de controlar procesos que requieren supervisión permanente, como son los sistemas de seguridad, sistemas aéreos, aeroespaciales, procesos de producción, Bolsas financieras, etc. Por esta razón, estas aplicaciones requieren de especial cuidado en el manejo y control de todas aquellas variables y sucesos que representen de alguna manera un retardo en la llegada de la señal a su destino, e igualmente se debe controlar y regular el tiempo transcurrido entre la llegada de un paquete de datos y otro de los correspondientes a un mismo mensaje, pues por las características del sistema se debe garantizar la continuidad en la conexión.

En aquellas redes donde no se tienen aplicaciones críticas como las ya mencionadas, la actividad de administración del ancho de banda es un poco menos delicada sin dejar de ser exigente. Sobre estas redes transitan y se controlan datos correspondientes a aplicaciones relacionadas con actividades administrativas, servicios de información, bases de datos, etc., las cuales a pesar de ser críticas para una entidad, no ven comprometido notablemente su desempeño cuando se presenten retardos durante la operación.

En estas redes, al igual que en las que soportan aplicaciones de video y audio, se deben tener en cuenta los mismos parámetros y variables de evaluación presentados en este estudio de herramientas, como son las respuestas a los préstamos de ancho de banda, la precisión y estabilidad en la asignación del recurso, los tiempos de conexión, tasa de retransmisión, comportamiento con sistemas operativos diferentes, etc., teniendo un menor grado de importancia el retardo presentado por la espera en el retorno del ancho de banda prestado en el caso de las aplicaciones que comparten dicho recurso. Esta situación se representa en la figura 40.

Las redes implementadas en instituciones educativas constituyen un buen ejemplo de esta situación, donde la mayor demanda de tráfico es generada por estudiantes cuya actividad está puntualizada en la consulta de información sobre los diferentes temas de estudio de su modalidad y en la información administrativa relacionada con su proceso educativo. Estas consultas son hechas hacia la Internet, las bibliotecas y las bases de datos en línea, a través de paginas WEB. Además de esto, este personal invierte bastante tiempo en consultas adicionales de carácter lúdico, las cuales generan grandes volúmenes de información utilizando los mismos protocolos, por lo cual las herramientas de administración de ancho de banda requieren

la implementación de clasificación de tráfico a nivel de capa 7, para establecer los reconocimientos y los filtros necesarios para aquellas aplicaciones que utilizan los mismos protocolos. Esta característica es ofrecida tanto por PacketShaper como por WiseWAN.

Por otra parte a nivel administrativo se presentan aplicaciones con alto grado de prioridad como son los procesos de matrícula, admisiones, pagos, nóminas, etc., los cuales requieren de disponibilidad y rendimiento alto, lo que se traduce en ancho de banda mínimo garantizado. Algunas de estas aplicaciones no son utilizadas permanentemente por lo cual pueden ser programadas de manera temporal para utilizar un amplio ancho de banda solo durante el tiempo requerido. Este es el caso de los procesos de matrícula, pre-matrícula, cancelaciones, inclusiones, etc., los cuales pueden recibir tratamiento con las herramientas de administración de ancho de banda de manera que se prioricen y se programen con calendario los recursos y características para soportar las aplicaciones de acuerdo con las políticas y organigramas institucionales establecidos.

En cuanto a los docentes, al igual que para el nivel administrativo y demás usuarios en general, se utilizan las características de configuración que permiten la clasificación del tráfico por usuario, con lo cual se les garantiza un nivel de prioridad que puede ser aplicado con o sin restricción de aplicaciones de acuerdo a las reglas de administración establecidas. De esta manera se garantiza el correcto y oportuno funcionamiento de actividades como clases virtuales, consultas, evaluaciones en línea, descarga de archivos, foros, seminarios, etc. En este caso no solo se prioriza el tráfico correspondiente al docente sino también aquel cuyo destino es la estación correspondiente a éste.

En estas redes de instituciones educativas, una vez instaladas las herramientas de administración de ancho de banda y organizado el tráfico sobre la red, se hace factible la implementación de aplicaciones mas sensibles al tiempo como son VoIP, Video-conferencias, etc.

5. CONCLUSIONES

El crecimiento y continuo desarrollo de aplicaciones soportadas por redes de comunicación de datos, con alta demanda de ancho de banda, ha conducido la tecnología hacia una constante investigación, desarrollo e implementación de procesos que permitan el control de los flujos de datos con el fin de evitar la saturación de los elementos y el colapsamiento de las redes.

Las herramientas que hasta el momento se han desarrollado para cumplir con la tarea de controlar el tráfico y administrar el canal de comunicación, han tomado como base de funcionamiento y de implementación los principios y técnicas de Administración de Ancho de Banda tratados en este documento. Estos principios plantean un tratamiento prioritario de flujo mediante su separación y asignación en colas con base en las políticas y reglas de administración establecidas.

Particularmente, PacketShaper implementa las técnicas CBQ, PFQ y TCR en forma combinada, con lo cual se obtienen niveles satisfactorios de eficiencia en la asignación del ancho de banda por clase de tráfico y en la estabilidad en la asignación de dicho recurso. WiseWAN implementa las mismas técnicas que PacketShaper, con las cuales registra buenos niveles de eficiencia al controlar el tráfico en canales de amplio ancho de banda, aunque presenta problemas de estabilidad en la asignación del recurso en canales estrechos. Además, en dichos canales se presentan niveles de retransmisión altos debido a que la herramienta está ubicada en la red WAN, donde recibe el tráfico enviado por el Router.

Estas dos herramientas presentan un trabajo eficiente en el tratamiento del tráfico de voz en canales de amplio ancho de banda pero no sucede lo

mismo en canales de ancho de banda estrecho. Esto se presenta debido a que cuando se va a establecer una comunicación de voz, se debe esperar hasta que se transmitan los datos que en ese momento estén en proceso, y por lo general estos paquetes son grandes. Una solución a este problema consiste en limitar el tamaño de la ventana de datos, aun cuando no exista tráfico en curso, a un tamaño tal que cuando se reclame el canal para VoIP, éste sea liberado rápidamente. Esta técnica es llamada Máximo Tamaño de Segmento (Max Segment Size).

Con la aplicación de esta técnica se solucionaría este inconveniente pero se debe tener cuidado en la estimación y configuración del tamaño máximo y mínimo de los paquetes, ya que de ser muy pequeño se elevaría el número de cabeceras IP en la red, elevando el volumen de tráfico sobre ésta.

La Administración de Ancho de Banda ofrece una herramienta y una ayuda de gran valor a la gestión de redes, lo cual permite optimizar la utilización de este recurso dejando cabida para la implementación de nuevas aplicaciones, al tiempo que permite evitar la pérdida de dinero por la contratación de una capacidad extra innecesaria en los enlaces.

Observando los resultados de las pruebas técnicas presentadas se puede reconocer la ventaja que PacketShaper ofrece sobre WiseWAN y otras herramientas de Administración de Ancho de banda, al tener una respuesta técnica estable en las pruebas sin presentar variaciones notorias en los resultados al cambiar condiciones de evaluación como el ancho de banda y la tasa de pérdida de paquetes. Por otra parte, PacketShaper es una herramienta cuyo hardware se instala en un punto de la red ubicado entre el switch principal y el router, mientras que WiseWAN ubica su hardware en la

red WAN y además necesita de la instalación en la red LAN de su consola WanXplorer y su servidor WanXplorer.

Teniendo en cuenta estas apreciaciones y el menor precio de PacketShaper frente a WiseWAN, en caso de implementar técnicas de Administración de Ancho de Banda se recomienda la herramienta ofrecida por PACKETEER.

BIBLIOGRAFÍA

TERPLAN, Kornel. Communications Networks Management, New Jersey: Prentice-Hall, 1987, p. 329-385.

AHUJA, Vijay. Design and Analysis of Computer Networks: Computer Science Series, McGraw-Hill, 1982, p. 193-231.

PACKETEER INC, sección products, PacketShaper,
http://www.packeteer.com/prod-sol/products/packetshaper_steps.cfm,
consultada 15 de Enero de 2004.

ALLOT COMMUNICATIONS, sección products, NetReality,
http://www.allot.com/pages/products_index.asp?intGlobalId=4, consultada 24
de Enero de 2004.

WHITE, Gerry y SMYTHE, Colin. "Rising to the Next Level", en *CED, The Premier Magazine of Broadband Technology*, edición de Internet, sección Archives, Marzo de 2001,
<http://www.cedmagazine.com/ced/2001/0301/03c1.htm>, consultada 3 de
Febrero de 2004.

DENEEN, Linda. "Bandwidth Management Tools, Strategies and Issues", University of Minnesota Duluth, August 30 2002,
<http://www.educause.edu/ir/library/pdf/DEC0202.pdf>, consultada 2 de Febrero
2004.

St SAUVER, Joe. "Understanding the Basics of Traffic Shaping", en *Computing News*, University of Oregon, Winter 2002, <http://cc.uoregon.edu/cnews/winter2002/traffic.html>, consultada 2 de Febrero de 2004.

SHELDON, Tom and SUR, Big Multimedia. Linktionary, Networking Defined and Hyperlinked, Bandwidth Management, 2001, http://www.linktionary.com/b/bandwidth_management.html, consultada 28 de Enero de 2004.

OPENBSD, "PF: Formación de Colas y Prioridades de Paquetes", <http://www.jp.openbsd.org/faq/pf/es/queueing.html>, consultada 29 de Enero de 2004.

XIAOJUN, Hei. The Earliest Deadline First Scheduling for Real-Time Traffic in the Internet, tesis de maestría en filosofía en ingeniería eléctrica y electrónica, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong, August 2000, <http://www.ee.ust.hk/~heixj/publication/thesis/node36.html>, consultada 29 de Enero de 2004.

NETWORK RESEARCH GROUP, Information and Computing Sciences Division (ICSD), Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), Berkeley, California, <http://www-nrg.ee.lbl.gov/>, consultada 29 de Enero de 2004.

WEI, Huan-Yun and LIN, Ying-Dar. "A survey and measurement-based comparison of bandwidth management techniques", en *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, No 2, Volumen 5, 2003, <http://www.comsoc.org/livepubs/surveys/public/2003/oct/wei.html>, consultado 5 de Febrero de 2004.

TechArts Enhancing Networks, Products, Packetshaper,
<http://www.techarts.com/products/packetshaper/pricing.asp>,
consultado 1 de Marzo de 2004.

MPA New Zealand Ltd, Price Lists, Allot (inc. Net-Reality),
<http://www.mpa.co.nz/mpa/price.htm>, consultado 1 de Marzo de 2004.