

## Guía referencial para el manejo de QoS en redes WLAN priorizando tráfico

Angela V. Granizo R.<sup>1</sup>, Alex A. Tacuri U.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1 ½, Riobamba, Ecuador, EC060155.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo, Av. Antonio José de Sucre Km 1.5 Vía a Guano, Riobamba, Ecuador.

Autores para correspondencia: agranizo@epoch.edu.ec, atacuri@unach.edu.ec

Fecha de recepción: 19 de junio del 2016 - Fecha de aceptación: 24 de julio del 2016

### ABSTRACT

The implementation of QoS policies can address various points depending on the requirements of the WLAN; for example, the allocation of bandwidth in a differentiated way, avoiding or managing congestion on the network, managing priorities according to the type of traffic, etc. As a function of the analysis of the traffic, QoS policies can be established that enable the prioritization of the traffic type (http, ftp, ssh) according to the user needs in line with the objective of the WLAN. To do this a WLAN scenario is performed without prioritization of traffic and with traffic prioritization, using an application designed to manage service quality in wireless networks: FROTTLE, software for analysis of traffic on the WLAN as ntop, wireshark, program echoping, hping3. The results obtained allow us to demonstrate the improved quality of service to prioritize traffic so that the indicators show satisfactory levels. A reference guide was developed to manage the quality of WLAN service based on a prioritization of traffic.

**Keywords:** Information and communication, information technology (equipment), network computing, FROTTLE, NTOP, WLAN, WIRESHARK.

### RESUMEN

La implementación de políticas de calidad de servicio se puede enfocar en varios puntos según los requerimientos de la WLAN, por ejemplo: asignar ancho de banda en forma diferenciada, evitar y/o administrar la congestión en la red, manejar prioridades de acuerdo al tipo de tráfico. En función del análisis de tráfico se pueden establecer políticas de calidad de servicio que permita priorizar el tipo de tráfico (http, ftp, ssh) según las necesidades de los usuarios acorde con el objetivo de la WLAN. Para esto en una red WLAN se realiza un escenario sin priorizar tráfico y priorizando tráfico, se utiliza una aplicación diseñada para el manejo de calidad de servicio en redes inalámbricas; FROTTLE, software para el análisis del tráfico en la WLAN como ntop, wireshark, programa echoping, hping3. Los resultados obtenidos permiten evidenciar la mejora de calidad de servicio al priorizar el tráfico, es así que los indicadores utilizados muestran valores satisfactorios. Se desarrolló la guía referencial para el manejo de calidad de servicio en redes WLAN a través de la priorización de tráfico.

**Palabras clave:** Información y comunicación, tecnología de la información (equipos), red informática, FROTTLE, NTOP, WLAN, WIRESHARK.

## 1. INTRODUCCIÓN

En una red inalámbrica de área local (WLAN) se puede generar un tráfico bastante fuerte al transferir grandes archivos a los demás clientes, mientras otros usuarios pueden estar navegando en la web, y

con la transferencia de archivos se puede ralentizar su trabajo, provocando efectos en la calidad de servicio de la red inalámbrica. Una WLAN, debe garantizar un cierto nivel de calidad de servicio según el tráfico (http, ftp, ssh, etc.) que circula por la red; la implementación de políticas de calidad de servicio se puede enfocar en varios puntos según los requerimientos de la WLAN, los principales son: asignar ancho de banda en forma diferenciada, evitar y/o administrar la congestión en la red, manejar prioridades de acuerdo al tipo de tráfico.

Esta investigación realiza un estudio de la priorización de los tipos de tráfico en una red inalámbrica para proporcionar calidad de servicio. Para ello existe una aplicación diseñada específicamente para el manejo de la calidad de servicio en redes inalámbricas FROTTLE, que permite definir prioridades de tráfico. Se escogió WLAN y no red cableada porque en las redes cableadas con un hub existe un solo dominio de colisión y el ancho de banda se divide entre las computadoras, con un switch existe un dominio de colisión por cada uno de sus puertos y un ambiente casi libre de colisiones, garantizando por lo menos 100 Mbps para cada usuario según su estándar. En el caso de una WLAN existe un solo dominio de colisión en la red y se comparte el ancho de banda entre todas las computadoras de la WLAN; 54 Mbps de transmisión dividido entre todos los computadores. Por esta razón se debe optimizar al máximo el ancho de banda para que los servicios en una WLAN sean aceptables para los clientes de la misma, una de estas soluciones es la priorización de tráfico. Se desarrolla una guía referencial para el manejo de calidad de servicio en redes WLAN a través de la priorización de los tipos de tráfico.

WLAN es un sistema de comunicaciones que transmite y recibe datos utilizando ondas electromagnéticas en lugar del par trenzado, cable coaxial o fibra óptica utilizadas en las redes LAN, y que proporciona conectividad inalámbrica de igual a igual dentro de su área de cobertura (Moya & Huidobro, 2006).

WLAN utiliza CSMA/CA como método de acceso al medio, esta arquitectura es muy eficiente, democrática, y hasta cierto punto políticamente correcta. En ella una estación escucha el medio y cuando éste está libre transmite, sin embargo, el tener estaciones prioritariamente iguales implica que el tipo de información es también prioritariamente igual, lo cual es un problema ya que existen algunos paquetes que deben tener prioridad más alta que otros. El concepto general de proporcionar estos distintos niveles de prioridad, y por lo tanto, diferentes niveles de desempeño lo que se conoce como Calidad de Servicio (Cruz *et al.*, 2013)

La priorización de tráfico es la asignación de prioridades según el tipo de tráfico y la administración de congestión mediante el manejo de colas. 802.11e es el un estándar aprobado y publicado por el IEEE. Su objetivo es introducir nuevos mecanismos a nivel de la capa MAC para soportar los servicios que requieren garantías de QoS (Calidad de Servicio) por lo que es de importancia crítica para aplicaciones sensibles a retrasos temporales («IEEE 802.11, The Working Group Setting the Standards for Wireless LANs», s. f.).

Frottle es una aplicación diseñada específicamente para el manejo de la calidad de servicio en redes inalámbricas. Diseñado para controlar tráfico en redes inalámbricas modificando el mecanismo de acceso al medio mediante paquetes de control (token). Opera bajo el paradigma cliente – servidor, donde el servidor o frottle master controla el acceso a la red enviando a cada cliente un paquete de control que le adjudica el canal por cierto tiempo, eliminando así las colisiones, con esto todos pueden obtener acceso al medio sin importar lo fuerte o débil de la señal que alcance al receptor («frottle», s. f.).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se planteó como hipótesis de investigación (Hi) e hipótesis nula (Ho) lo siguiente: Hi: La priorización del tipo de tráfico en redes WLAN mejorará la calidad de servicio. Ho: La priorización del tipo de tráfico en redes WLAN no mejorará la calidad de servicio.

De acuerdo a la hipótesis se han identificado dos variables: Independiente: Priorización del tipo de tráfico en redes WLAN. Dependiente: Calidad de Servicio en redes WLAN.

El desarrollo de la presente investigación se fundamentó en un diseño “Experimental” puesto que se manipuló la variable independiente (causa) que es la priorización del tipo de tráfico en redes WLAN y se observó que efectos produjo sobre la variable dependiente; calidad de servicio en redes WLAN. El tipo de estudio refiere a una investigación descriptiva, porque en base al estudio de las características de calidad de servicio: retardo, variación del retardo, pérdida de paquetes, esta investigación permitió profundizar el conocimiento de priorizar o no tráfico en una red WLAN.

Para la ejecución de esta investigación se utilizó el método científico ya que se analiza y estudia el tipo de tráfico en redes WLAN, para observar su comportamiento y luego determinar prioridades que aplicándolas en un ambiente de pruebas se obtendrá resultados para formular conclusiones. Para la recolección de información se utilizó las técnicas como la observación, sondeos, simulaciones, razonamiento. La observación para analizar el comportamiento de los tipos de tráfico en una red inalámbrica antes y después de aplicar la priorización. Sondeos, razonamiento realizados a los usuarios finales de la red inalámbrica, con el objeto de conocer la prioridad con respecto al tipo de tráfico que se maneje, mismo que puede ser: tráfico http, ftp, ssh, entre otros.

Se utilizó el sistema operativo Fedora Core; software gratuito y de código abierto, además de las herramientas para la toma de datos: sonda de red ntop, analizador de protocolos de red wireshark (linux), controlador de tráfico en redes inalámbricas frottle, programa echoping, programa hping.

Los indicadores fueron tomados del análisis de información visualizada a través de nuestras herramientas de monitoreo de red (ntop, wireshark, echoping) y de investigaciones en internet (hping3) y estos son: megabytes transmitidos, velocidad de transmisión, paquetes transmitidos, retardo, variación del retardo y pérdida de paquetes.

- Megabytes transmitidos: Cantidad de megabytes transmitidos en un período de tiempo dado.
- Velocidad de transmisión: Cantidad de información transmitida por unidad de tiempo.
- Número de paquetes transmitidos: Cantidad de paquetes transmitidos en un período de tiempo dado.
- Retardo: Es una expresión que determina cuánto tiempo toma un paquete de datos en ir de un punto de origen a un punto de destino. Medido en segundos.
- Variación del retardo: Conocido como “Jitter”, es la variación de los tiempos entre llegadas de los datos a un destino final. Medido de unidades de tiempo.
- Pérdida de paquetes: Es la fracción de todos los paquetes que no llegaron a su destino.

La población es el conjunto de todos los tipos de tráfico que pueden ser evaluados, algunos de estos son: http, ftp, ssh, smtp, https, ssl, telnet. Se seleccionó una muestra intencional de acuerdo al siguiente análisis; monitoreo a través de ntop y wireshark a la red inalámbrica de la biblioteca de la Facultad de Salud Pública en una hora (9 am a 10 am), con tres usuarios conectados a la red WLAN y se obtuvo la siguiente información (megabytes transmitidos) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Megabytes transmitidos 9am a 10 am.

PROTOCOLO	CANTIDAD
HTTP	50 MB
FTP	60 MB
SSH	20 MB
TELNET	0,5 MB
OTROS	1 MB
TOTAL TRAFICO	131.5 MB

Por teoría, al ser una red WLAN, el ancho de banda se divide entre los usuarios que estén conectados. Ahora con este análisis cada usuario utilizó en promedio la siguiente cantidad de ancho de banda.

**Tabla 2.** Porcentaje de uso de ancho de banda de 9 am a 10 am.

PROTOCOLO	% ANCHO DE BANDA
HTTP	38%
FTP	46%
SSH	15%
TELNET	0%
OTROS	1%

Similar análisis se realizó por la tarde; en una hora (15pm a 16pm), con 2 usuarios conectados a la red WLAN y se obtuvo la siguiente información (megabytes transmitidos) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Megabytes transmitidos 15 pm a 16 pm.

PROTOCOLO	CANTIDAD
HTTP	40 MB
FTP	30 MB
SSH	10 MB
TELNET	1 MB
OTROS	0,4 MB
TOTAL TRAFICO	81.4 MB

**Tabla 4.** Porcentaje de uso de ancho de banda de 15 pm a 16 pm.

PROTOCOLO	% ANCHO DE BANDA
HTTP	49%
FTP	37%
SSH	12%
TELNET	1%
OTROS	0%

Con este antecedente se pudo observar que los tráficos que más circulan en la red WLAN son HTTP, FTP y SSH, que son nuestra muestra intencional. Ahora lo que interesa es que el tráfico que más circule en la red WLAN sea el priorizado, no interesa que a un usuario específico se otorgue más ancho de banda que a otro.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

Para el análisis de resultados se instaló el ambiente de pruebas que se muestra a continuación. Se instaló una red WLAN sobre la cual se configuró los tres servicios más utilizados según el análisis de tráfico realizado en la biblioteca de la Facultad de Salud Pública, siendo estos ssh, ftp, web. Se generó la mayor cantidad de tráfico http, ftp y ssh en la red WLAN se capturó y midió los datos con las herramientas wireshark, ntop, echoping y hping3; relacionados con la cantidad de megabytes transmitidos, velocidad de transmisión, paquetes transmitidos en 30, 60 y 90 segundos, otros datos relacionados con retardo con 5, 10, 15 paquetes, pérdida de paquetes con 30, 60, 90 paquetes enviados, variación del retardo al enviar un paquete y tomar los resultados dos veces; los datos se tomaron sin y con priorización de tráfico a través de Frottle (controlador de tráfico en redes WLAN).

A continuación, se muestra la toma de datos de acuerdo a cada indicador y su respectiva interpretación por indicador.

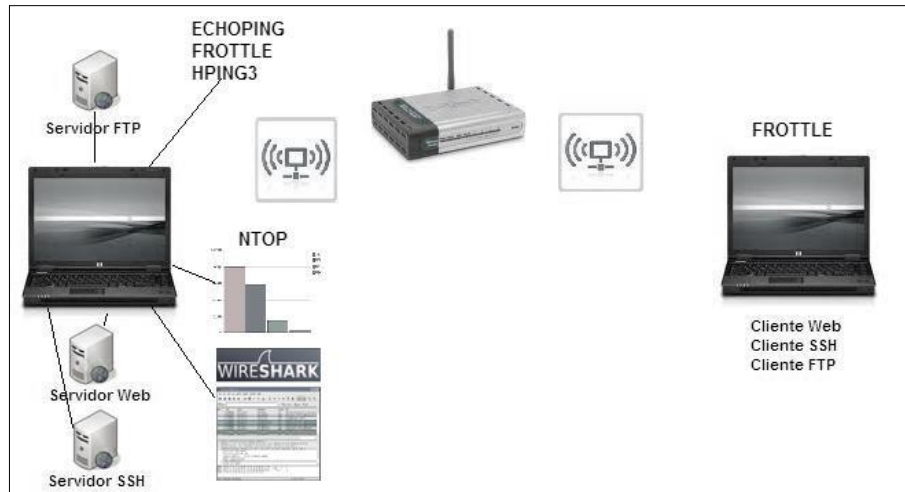


Figura 1. Escenario de pruebas.

Tabla 5. Resumen de presentación de resultados

Variable dependiente	Variable independiente: Prioritización del tipo de tráfico en redes WLAN						
Calidad de servicio en redes WLAN	Tipos de tráfico	Sin priorización tráfico			Con priorización de tráfico		
		Tiempo			Tiempo		
Indicadores		30 s	60 s	90 s	30 s	60 s	90 s
PRIORIDAD FTP							
	HTTP	6.1	12.2	18	6.4	13	22
	FTP	2.2	6.6	7.8	8.3	17.5	28
	SSH	8	14.8	20.2	7.6	13	19
PRIORIDAD SSH							
	HTTP	6.1	12.2	18	5	10	16
	FTP	2.2	6.6	7.8	7	13	22
	SSH	8	14.8	20.2	14	27	43
PRIORIDAD HTTP							
Megabytes Transmitidos (MB)	HTTP	6.1	12.2	18	9.6	20.1	24
	FTP	2.2	6.6	7.8	3.8	4.1	7.4
	SSH	8	14.8	20.2	6.6	10	17
Velocidad de Transmisión (KB/seg)	HTTP	367	269	293	513	533	606
	FTP	192.4	175.8	172.1	157.8	160.4	159.6
	SSH	397.8	352.5	182.9	88.8	21.7	65.4
Paquetes Transmitidos	HTTP	7715	10703	13201	9084	13303	18568
	FTP						
Retardo (seg)	SSH	4966	11685	16458	11580	24700	32500
		Número de paquetes			Número de paquetes		
		5	10	15	5	10	15
Pérdida de paquetes (%)	HTTP	2.69	3.10	3.77	0.16	0.11	0.13
		Paquetes enviados			Paquetes enviados		
		30	60	90	30	60	90
Variación del retardo (ms)	Tiempo	4	2	2	0	0	2
		Paquetes enviados			Paquetes enviados		
			1			1	
		388.1			0.7		

Es notable la cantidad de *megabytes transmitidos* al NO prioritar el tráfico y al prioritar el mismo. En el primer caso el tráfico que lleva la delantera es SSH, le sigue HTTP y luego FTP, es decir gana el acceso al medio cualquier tipo de tráfico sin otorgarle una prioridad. En el segundo caso se establece que el tráfico FTP será el prioritarizado, entonces si realizamos un promedio de los datos obtenidos con prioritarización de este tipo de tráfico y sin prioritarización del mismo en 30, 60, 90 segundos, resulta un incremento del 234.8% de megabytes transmitidos de tráfico FTP. Al prioritarizar SSH existe un incremento de megabytes transmitidos del 90.1%, lo mismo ocurre al prioritarizar el tráfico HTTP; un incremento de 51,82%. Con esto se comprueba que existe un incremento en los megabytes transmitidos según la prioritarización del tráfico.

La *velocidad de transmisión* al NO prioritar el tráfico toma diferentes valores y al prioritar el mismo, logra mejorar la misma según el tráfico prioritarizado (HTTP). La velocidad de transmisión del tráfico HTTP se incrementa en un 81,6% en relación a la velocidad presentada sin prioritarización. Este es otro de los indicadores que nos permite notar claramente el comportamiento al prioritarizar (FROTTLE) y no prioritarizar el tipo de tráfico.

En este caso existe un incremento de *paquetes transmitidos* al prioritarizar el tráfico HTTP, SSH en relación a la transmisión de paquetes según el escenario de tráfico no prioritarizado. La cantidad de paquetes HTTP transmitidos se incrementa en un 27,6% y en el caso de SSH se incrementa en un 114%. Por lo tanto, se comprueba la ventaja obtenida al prioritarizar el tráfico, en este caso con las pruebas realizadas con tráfico HTTP y SSH respectivamente.

Al no establecer prioridad de tráfico, los valores de *retardo* son superiores en comparación con los valores de retardo obtenidos según el escenario con tráfico HTTP prioritarizado. Sin prioritarizar tráfico el retardo es mayor y con prioritarización de tráfico el retardo es menor, lo que indica que los paquetes llegan en menos tiempo cuando se prioritariza el tráfico. En este caso existe una disminución del 95,7% del retardo al prioritarizar el tráfico.

Al prioritarizar el tráfico (HTTP) se puede notar que ya existen instancias de tiempo en donde no existe la *pérdida de paquetes*, en comparación con el escenario en donde no se prioritariza el tráfico en donde se nota que existe la pérdida de paquetes. En este caso existe una disminución del porcentaje de pérdida de paquetes de 66,6% al prioritarizar el tráfico con respecto a los datos tomados al no prioritarizar.

Con la prioritarización de tráfico (HTTP), existe una *variación del retardo* mínima en comparación con el valor obtenido según el escenario con tráfico no prioritarizado. En este caso existe una disminución de variación del retardo del 99,8% al prioritarizar el tráfico con respecto a los datos tomados al no prioritarizar.

Para la prueba de la hipótesis planteada se utilizó la prueba ji cuadrada o  $\chi^2$ , que es una prueba no paramétrica a través de la cual se midió la relación entre la variable dependiente e independiente. Además, se consideró la hipótesis nula  $H_0$  y la hipótesis de investigación  $H_1$ .  $H_1$ : La prioritarización del tipo de tráfico en redes WLAN mejorará la calidad de servicio.  $H_0$ : La prioritarización del tipo de tráfico en redes WLAN no mejorará la calidad de servicio. Se dió a la variable independiente X los siguientes valores:

- X = Prioritarización del tipo de tráfico en redes WLAN.
- X1 = SIN prioritarización de tráfico
- X2 = CON prioritarización de tráfico

Los mismos que se aplicaron a la muestra en estudio con el fin de determinar su impacto en la variable dependiente; Calidad de Servicio en redes WLAN. Ji cuadrada parte del supuesto de “no relación entre las variables” y se evalúa si es cierto o no, analizando si las frecuencias observadas son diferentes de lo que pudiera esperarse en caso de ausencia de correlación.

Fórmula de ji - cuadrada:

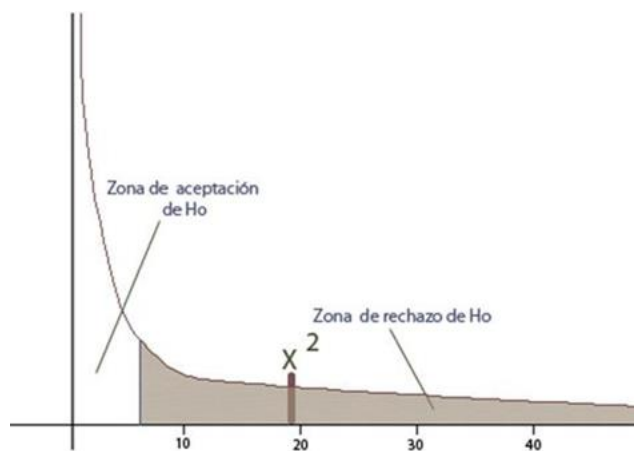
$$\chi^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

donde: O es la frecuencia observada en cada celda E, es la frecuencia esperada en cada celda. En la Tabla 6 se calcula el valor de  $\chi^2$ .

**Tabla 6.** Cálculo de  $\chi^2$ .

Celda	Observadas	Esperadas	O – E	(O – E) <sup>2</sup>	(O – E) <sup>2</sup> /E
Mejora la calidad de servicio SIN priorización de tráfico.	5	15	-10	100	6,66
Mejora la calidad de servicio CON priorización de tráfico.	25	15	10	100	6,66
NO mejora la calidad de servicio SIN priorización de tráfico.	44	34	10	100	2,94
NO mejora la calidad de servicio CON priorización de tráfico.	24	34	-10	100	2,94
Total de la tabla de $\chi^2$ 19,20					

Con 1 grado de libertad, y eligiendo como nivel de confianza  $\alpha = 0.05$  de la tabla de distribución de ji cuadrada ( $\chi^2$ ) se obtiene que  $\chi^2 = 3.841$ . El valor de  $\chi^2$  calculado en esta investigación es de 19.20 que es muy superior al de la tabla de distribución, por lo que  $\chi^2$  está en la zona de rechazo de la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación.



**Figura 2.** Gráfica de la función ji-cuadrada  $\chi^2$ .

Como podemos observar en la Figura 2 el valor de la prueba de ji cuadrada de la investigación está en la zona de rechazo de la Hipótesis Nula, por tal motivo podremos concluir que las dos variables no son independientes, sino que están asociadas. Por lo tanto, a la vista de los resultados, rechazamos la hipótesis nula (H0) y aceptamos la hipótesis de investigación (Hi) como cierta.

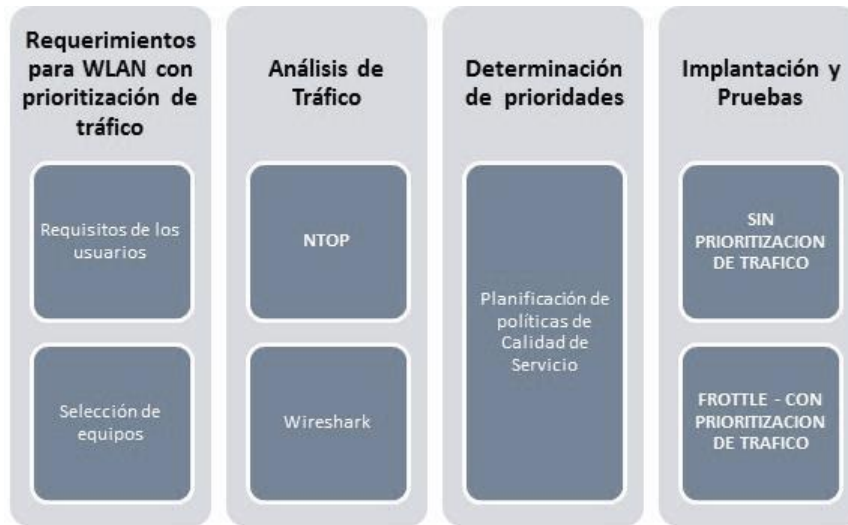
**3.1. Guía referencial para el manejo de QoS en redes WLAN a través de la priorización de tráfico y su aplicación**

Esta sección describe la guía referencial para el manejo de QoS en redes WLAN a través de la priorización de tráfico además se presenta el diseño y la configuración de una red inalámbrica de área local WLAN utilizando la guía; y el funcionamiento de la aplicación FROTTLE, para ofrecer calidad de servicio a través de la priorización de tráfico. La guía referencial a nivel macro se presenta a continuación.

Requerimientos para WLAN con priorización de tráfico

En esta parte se realizan dos actividades: obtener los requisitos de los usuarios y seleccionar los equipos a utilizar. Para establecer prioridades en el tipo de tráfico que circula en una red WLAN, lo primero que se debe hacer es conocer el objetivo de la entidad (universidad, café internet, hotel, aeropuerto) con ello se obtiene las necesidades de los usuarios de la WLAN; si navegar en la web, transferir archivos, administrar remotamente equipos, por mencionar algunas tareas. De acuerdo a ello se debe establecer políticas de calidad de servicio priorizando el tráfico, ya sea http, ftp, ssh según esta investigación.

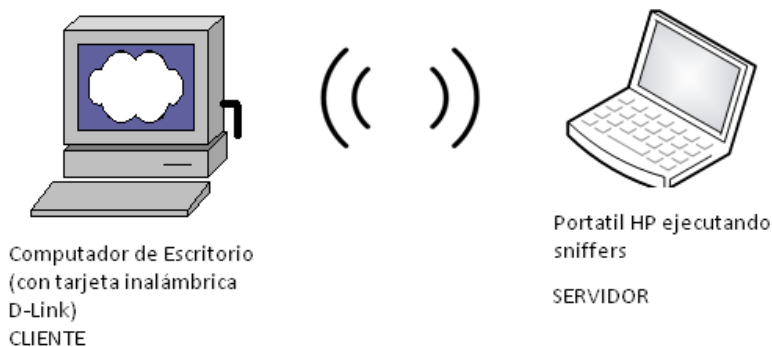
Los equipos que forman parte de la infraestructura de red con priorización de tráfico son: computador portátil; en el cual se ejecuta la sonda de red ntop y el sniffer wireshark y hace las veces de servidor frottle, servidor ftp y servidor web. Computador de escritorio que cumple la función de cliente frottle, cliente ftp y web.



**Figura 3.** Secuencia guía referencial a nivel macro.

Análisis de tráfico

Network Top (NTOPI), es una sonda de red que muestra el uso de la red discriminando protocolos, puertos y aplicaciones. Su objetivo es mostrar lo que circula por la red. Exhibe una lista de las estaciones que están utilizando actualmente la red y muestra la información referente al tráfico IP (Internet Protocol) generado por cada estación. El tráfico se clasifica según la estación y el protocolo («ntop», s. f.). Wireshark, es un potente analizador de protocolos de redes, al igual que ntop sus bases residen en la librería “pcap” diseñado para máquinas Unix y Windows. Permite capturar los datos directamente de una red, soporta más de 300 protocolos, se utiliza para determinar las características de aquellos paquetes que no se pueden discriminar con el ntop («Wireshark · Go Deep.», s. f.). De acuerdo a lo mencionado anteriormente se realiza el análisis de tráfico en la red WLAN, para determinar el tipo de información que circula y el impacto que puede llegar a tener sobre la red, mediante las dos aplicaciones antes mencionadas: NTOPI y Wireshark. Para esto, se utilizó la siguiente topología:



**Figura 4.** Topología de la red.

Y se realizan los siguientes pasos:

- 1) Iniciar el Ntop #ntop.
- 2) En la barra de direcciones del navegador Mozilla Firefox se escribe <http://localhost:3000>, para visualizar ntop. En la sección “Summary” verifique la carga de la Red “Network Load” y la



distribución según el protocolo “Traffic”. En la sección “Hosts” se determina las estaciones que están generando más tráfico en la red.

3) Iniciar una sesión de wireshark #wireshark.

En la interfaz gráfica de Wireshark, dar click en Capture, Options, “Stop Capture after” escribir 100 y luego presionar el botón OK. Se analiza los resultados de la captura y se determina el tipo de tráfico existente en la red.

#### Determinación de prioridades

En función del análisis de tráfico realizado, se determina los servicios que requieren de alguna política de calidad de servicio.

#### Implantación de políticas y pruebas

En la WLAN creada, con dos clientes conectados, los cuales en este caso uno de ellos es Servidor FTP (FileZilla) y Web. El Servidor FTP sirve para generar tráfico y transferir grandes archivos en la red y poder generar un tráfico bastante fuerte por la red inalámbrica.

**Prueba 1** sin priorización de tráfico: Consiste en evaluar el comportamiento de la red, sin priorizar, generando simultáneamente la mayor cantidad de tráfico en la red inalámbrica, en este caso ftp, ssh y http. Luego se evalúa la calidad de la navegación web (Servidor Web) con el programa echoping. #echoping -h / -n 20 10.0.0.5. Con esto se analiza los resultados obtenidos como: tiempo mínimo (minimum time), tiempo máximo (maximum time), tiempo promedio (average time), desviación estándar (standard deviation), mediana (median time), relacionados con el tiempo que tardan los paquetes (retardo) http en ir y venir desde su origen hacia el destino.

**Prueba 2** frottle con priorización de tráfico: En este caso se evalúa el rendimiento de FROTTLE, como mecanismo de acceso al medio por medio de paso de tokens y con colas de prioridad. En este caso se prioriza el tráfico http, ftp, ssh, de acuerdo a los requerimientos del usuario. Para instalar FROTTLE en los computadores que forman parte de la WLAN creada, se realiza lo siguiente:

- 1) Configurar Frottle en el Servidor
  - Configurar y activar Frottle en el server (rc.local)
  - Configurar los parámetros del Frottle en modo Server/Master (frottle.conf)
  - Activar Frottle en el Server y verificar que haya levantado sin problemas.
- 2) Configurar Frottle en el Cliente:
  - Configurar y activar Frottle en el cliente (rc.local)
  - Configurar los parámetros del frottle en modo cliente: (frottle.conf)
  - Activar Frottle en el cliente y verificar que el frottle se esté ejecutando.

Luego de activar frottle en el servidor y clientes, se analiza el comportamiento de cada uno de los tráficos, en este caso ya se encuentra priorizado el tráfico http, ssh, ftp. Ejecutamos nuevamente el programa echoping #echoping -h / -n 20 10.0.0.5. Con esto se genera los resultados: tiempo mínimo (minimum time), tiempo máximo (maximum time), tiempo promedio (average time), desviación estándar (standard deviation), mediana (Median time), relacionados con el tiempo que tardan los paquetes (retardo) http en ir y venir desde su origen hacia el destino, pero ahora con el tráfico priorizado, dando como resultado tiempos considerablemente menores a los obtenidos con el análisis realizado en el escenario con tráfico sin priorizar. Al comparar dichos resultados se determina que FROTTLE es una buena opción de calidad de servicio en redes inalámbricas.

### **3.2. *Diseño y la configuración de una red inalámbrica de área local WLAN utilizando la guía***

#### Requerimientos para WLAN en el ambiente de pruebas

El ambiente de pruebas consistió en generar la mayor cantidad de tráfico http, ftp y ssh en la red WLAN y capturar los datos relacionados con la cantidad de megabytes transmitidos, velocidad de transmisión, paquetes transmitidos, retardo, pérdida de paquetes, variación del retardo en 30, 60 y 90

segundos, en lo que se refiere a tiempo, con respecto a retardo con 5,10,15 paquetes, pérdida de paquetes con 30, 60, 90 paquetes enviados, variación de retardo al enviar un paquete y tomar resultados dos veces. Sin priorización y con priorización de tráfico para todos los indicadores antes mencionados.

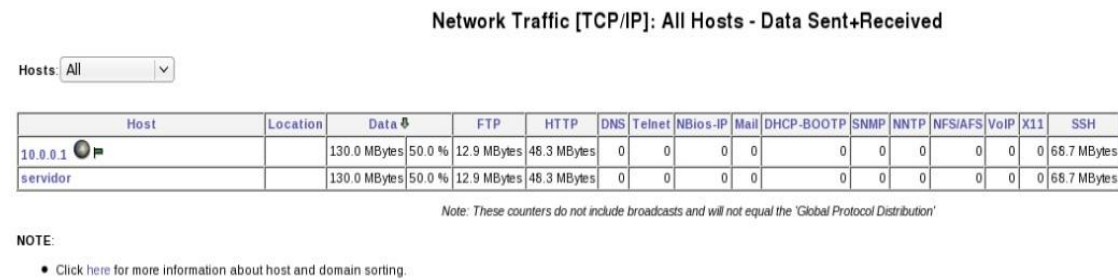
Requisitos de los usuarios en el ambiente de pruebas. Los requisitos de los usuarios de la WLAN creada fueron: navegar en la web (este tipo de tráfico es http), transferir archivos desde un servidor ftp, de vez en cuando administrar remotamente equipos (ssh). De estos tipos de tráfico existió la necesidad de obtener mayor prioridad al tráfico http relacionado con la navegación web.

Equipos utilizados en el ambiente de pruebas. Los equipos utilizados son computador portátil, en el que se ejecutó la sonda de red ntop y el sniffer wireshark e hizo las veces de servidor frottle, servidor ftp y servidor web, con las siguientes características hardware y software:

- Procesador: Intel Core 2 Duo 1.80
- Ghz Memoria RAM: 1,00 Gb
- Disco Duro: 150 Gb
- Tarjeta Inalámbrica: Intel(R) PRO/Wireless 3945ABG Network
- Connection Sistema Operativo: Fedora Core
- Computador de Escritorio
- Computador que cumplirá la función de cliente frottle, cliente ftp, cliente web. Procesador: Intel Pentium 4 3.00 GHz
- Memoria RAM: 512 Mb Disco Duro: 150 Gb
- Tarjeta Inalámbrica: D-Link AirPlus DWL- G520 Wireless PCI
- Adapter Sistema Operativo: Fedora Core

Análisis de tráfico en el ambiente de pruebas

La WLAN con dos computadores con tarjetas inalámbricas disponibles, uno de ellos con la función de Servidor Frottle y el otro con la función de Cliente Frottle, en los dos computadores se instaló el sistema operativo Fedora Core por sus grandes ventajas de trabajo, una de ellas la compatibilidad con tarjetas inalámbricas. Una vez realizado esto se buscó la forma de generar gran cantidad de tráfico en la red para poder ser analizado, para ello se instaló un servidor FTP y uno HTTP en el computador que realizaba las veces de servidor frottle. También se configuró cada uno de los computadores como servidor frottle y como cliente frottle respectivamente. A continuación, se procedió a generar un tráfico bastante fuerte por la red inalámbrica y a capturar el mismo mediante herramientas de monitoreo y sniffers como ntop y wireshark, con ello se pudo comprobar que el tipo de tráfico generado era ftp, http y ssh, el último para la administración y gestión remota.



**Figura 5.** Ntop – megabytes transmitidos HTTP, FTP, SSH La cantidad de paquetes HTTP transmitidos se midió con el sniffer wireshark.

Una vez analizado el tráfico se pensó un escenario sin priorizar tráfico y otro priorizando el tráfico (con frottle) para observar el comportamiento. El escenario sin priorizar tráfico (sin utilizar frottle) consistió en generar tráfico ftp, http y ssh al mismo tiempo y capturar los datos relacionados con megabytes transmitidos, velocidad de transmisión, paquetes transmitidos, retardo, variación del retardo y pérdida de paquetes en instantes de tiempo (30, 60, 90 segundos o número de paquetes), esto con la ayuda de otras herramientas como el programa echoping y hping3. Similar escenario con

priorización (levantado frottle y priorizado el puerto según el tipo de tráfico) consistió en generar tráfico ftp, http y ssh al mismo tiempo y capturar los datos mencionados anteriormente según los tiempos y el número de paquetes indicado anteriormente. Con ello se pudo comprobar el efecto de la priorización de tráfico con valores de datos tomados.

La cantidad de megabytes transmitidos se midió con la herramienta NTOP:

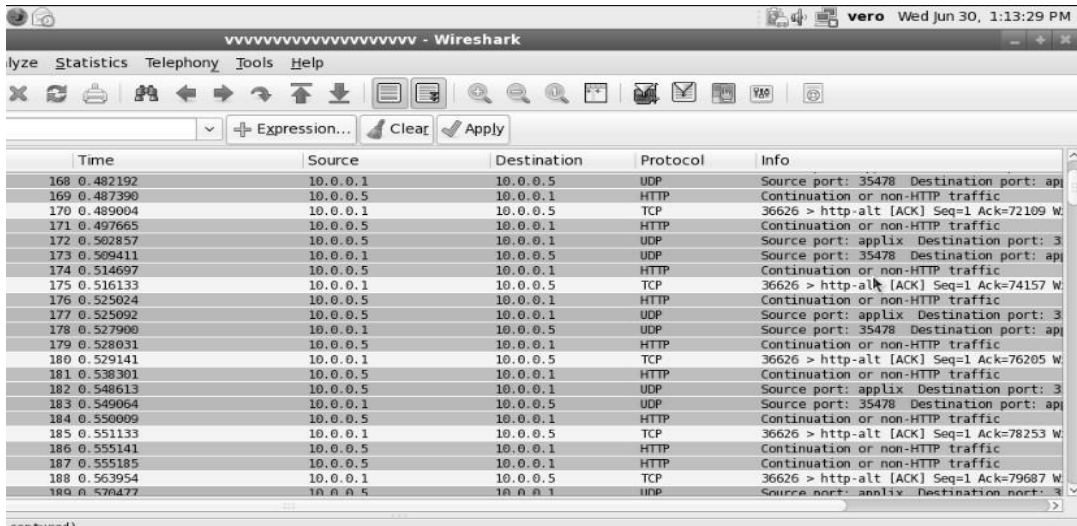


Figura 6. Cantidad de paquetes transmitidos.

El retardo se midió con el programa echoping para probar la calidad de la navegación de un servidor web.

```
[root@vero vero]# echoping -h / -n 20 10.0.0.5
Elapsed time: 0.028519 seconds
Elapsed time: 0.072438 seconds
Elapsed time: 0.022157 seconds
Elapsed time: 0.025003 seconds
Elapsed time: 0.057395 seconds
Elapsed time: 0.086928 seconds
Elapsed time: 0.033876 seconds
Elapsed time: 0.053046 seconds
Elapsed time: 0.068394 seconds
Elapsed time: 0.071352 seconds
Elapsed time: 0.124936 seconds
Elapsed time: 0.110358 seconds
Elapsed time: 0.172316 seconds
Elapsed time: 0.146295 seconds
Elapsed time: 0.094529 seconds
Elapsed time: 0.068922 seconds
Elapsed time: 0.052313 seconds
Elapsed time: 0.063986 seconds
Elapsed time: 0.067950 seconds
Elapsed time: 0.039041 seconds
...
Minimum time: 0.022157 seconds (11554 bytes per sec.)
Maximum time: 0.172316 seconds (1486 bytes per sec.)
Average time: 0.072987 seconds (3507 bytes per sec.)
Standard deviation: 0.039213
Median time: 0.068172 seconds (3755 bytes per sec.)
[root@vero vero]#
```

Figura 7. Retardo de paquetes con programa echoping.

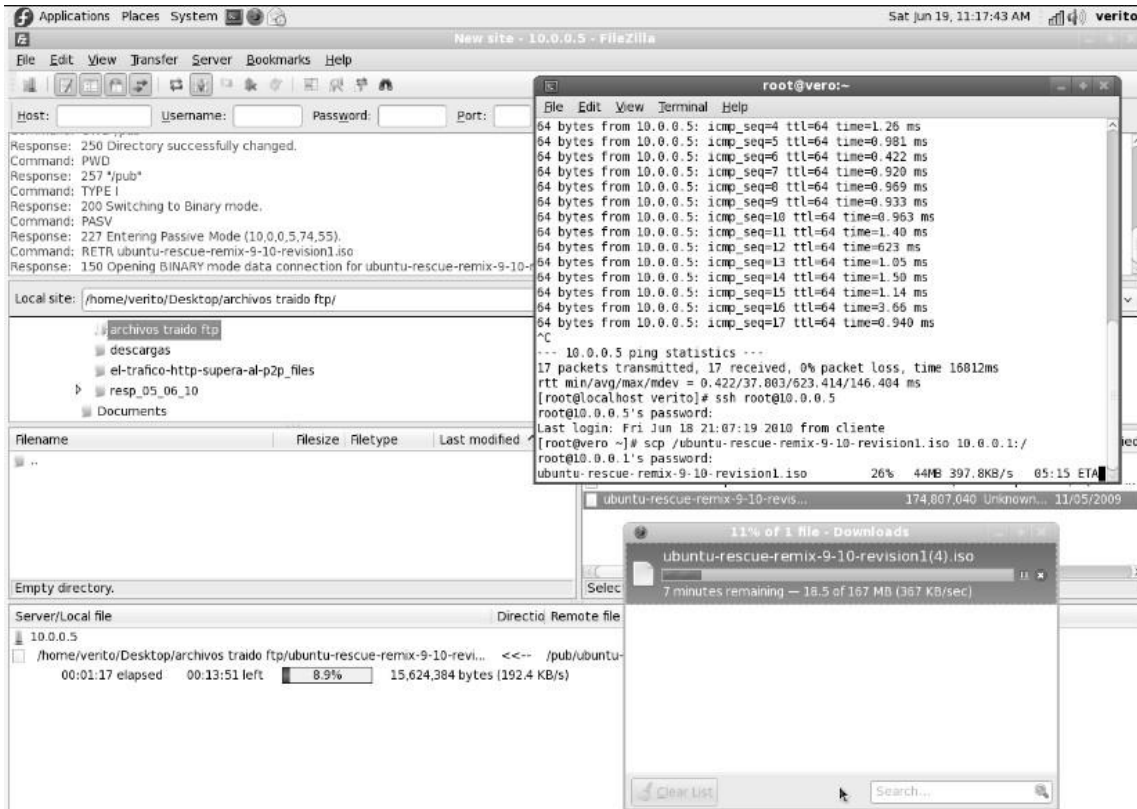
Determinación de prioridades en el ambiente de pruebas

Se tomó como ejemplo ayuda la red WLAN de la biblioteca de la Facultad de Salud Pública, el objetivo de la biblioteca es la investigación por parte de estudiantes, docentes y la gestión administrativa por parte de personal administrativo. Las necesidades de los usuarios de su red inalámbrica son:

- 1) Navegar en la web; consultando información a través del navegador preferido (tráfico http).
- 2) Administrar y gestionar remotamente equipos por parte del personal informático de la Facultad

(tráfico ssh).

- 3) Transferencia de archivos por parte del personal informático de la Facultad (tráfico ftp). De acuerdo al objetivo, las necesidades de los usuarios y al análisis de tráfico se establecen las siguientes políticas de calidad de servicio:
  - Prioritizar el tráfico http generado con gran demanda pues la mayoría de usuarios en la red WLAN realizan consultas en la web, mediante google, revisan el correo electrónico, etc.
  - Prioritizar el tráfico diferente a http en segunda instancia.



**Figura 8.** Velocidad de Transmisión a los 30 segundos, sin priorización de tráfico.

### Implantación y pruebas

Luego de implementar las políticas se obtuvo los resultados, resumiendo los mismos: al priorizar el tráfico existe un incremento de la cantidad de megabytes transmitidos, velocidad de transmisión, paquetes transmitidos, con respecto al tráfico sin priorizar. Al priorizar el tráfico existe una disminución en el retardo, pérdida de paquetes y variación del retardo, con respecto al tráfico sin priorizar.

Priorizar el tráfico con FROTTLE no es dar calidad de servicio a un tipo de tráfico como es audio o video sino es priorizar a un protocolo de capa 7 pues otras investigaciones se centran en ofrecer QoS a la toda red como lo menciona el estudio. (A Grid-based QoS-aware Routing Protocol for Wireless Sensor Networks).

## 4. CONCLUSIONES

El estándar 802.11e se basa en el manejo de colas para priorización de tráfico, el mismo que es utilizado por la aplicación Frottle la cual se configuró y probó el funcionamiento de la misma, dando como resultado que al priorizar el tráfico se mejora el mismo ofreciendo calidad de servicio en la WLAN.

La guía referencial desarrollada en esta investigación, para el manejo de QoS en redes WLAN a

través de la priorización de tráfico, hace referencia a diagnosticar las necesidades del usuario de la WLAN en base al objetivo de la entidad y de acuerdo a esto, se establecen políticas de calidad de servicio priorizando el tráfico más importante en la red inalámbrica.

Los resultados obtenidos en esta investigación según el ambiente de pruebas, permiten evidenciar la mejora de calidad de servicio cuando se prioriza el tráfico. Es así que al priorizar tráfico FTP existe un incremento del 234.8% de megabytes transmitidos, al priorizar SSH el 90.1% y al priorizar HTTP se incrementa en un 51.82%. La velocidad de transmisión del tráfico HTTP se incrementa en un 81.6% con respecto a la velocidad presentada sin priorización. La cantidad de paquetes HTTP transmitidos se incrementa en un 27.6%, paquetes SSH transmitidos en un 114%. Con relación al retardo 95.7 %, pérdida de paquetes 66.6% y variación del retardo 99,8% existe una disminución en el tratamiento de estos indicadores al priorizar el tráfico. Comparando estos resultados, priorizando y no priorizando tráfico, se determina que FROTTLE es una buena opción de calidad de servicio en redes inalámbricas.

La hipótesis fue demostrada ya que el valor de ji cuadrada calculado en esta investigación es de 19.20 que es superior al de la tabla de distribución; 3.841, por lo que  $\chi^2$  resulta significativa y se acepta la hipótesis de investigación; la priorización del tipo de tráfico en redes WLAN mejora la calidad de servicio.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haber hecho posible realizar esta investigación mediante la utilización de los equipos informáticos.

## REFERENCIAS

- Cruz Felipe, M., R. Martínez Gómez, Y. Crespo García, 2013. Análisis de la QoS en redes inalámbricas. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(1), 86-96.
- IEEE 802.11, (s.f.). *The working group setting the standards for wireless LANs*. Recuperado 14 de marzo de 2016, a partir de <http://www.ieee802.org/11/>.
- Moya, J.M.H., J.M. Huidobro, 2006. *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Editorial Paraninfo. ntop. (s.f.). Recuperado 14 de marzo de 2016, a partir de <http://www.ntop.org/>.
- Wang, J., W. Gu, 2016. *A grid-based QoS-aware routing protocol for wireless sensor*. Networks. 32(11), 1-24.
- Wireshark Go Deep. (s.f.). Recuperado 14 de marzo de 2016, a partir de <https://www.wireshark.org/>.