



## RENDIMIENTO DE LA TRANSMISIÓN DE VIDEO EN REDES HÍBRIDAS USANDO EL PROCOTOLO IPV6

(Performance video transmission using hybrid network ipv6 procotol)

### Juan P. Jakymec B.

Unidad Académica de Redes e Ingeniería Telemática  
Departamento de Computación Universidad del Zulia  
Maracaibo, Venezuela. Apartado Postal 526  
Correo electrónico: [jjakymec@fec.luz.edu.ve](mailto:jjakymec@fec.luz.edu.ve)  
Tel: +58-261-7597747 / 7735

### David R. Bracho R.

Unidad Académica de Redes e Ingeniería Telemática  
Departamento de Computación Universidad del Zulia  
Maracaibo, Venezuela. Apartado Postal 526  
Correo electrónico: [drbracho@fec.luz.edu.ve](mailto:drbracho@fec.luz.edu.ve)  
Tel: +58-261-7597747 / 7735

### RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo principal determinar el rendimiento de redes híbridas basadas en direccionamiento Ipv6 durante la transmisión de video. Se utilizó un diseño experimental que permitió crear ambientes de prueba, bajo esquemas combinados, inalámbricos y cableados tanto para IPv6 como para IPv4, en los cuales se midieron los siguientes parámetros: delay, jitter, datagramas perdidos y rendimiento total. Las pruebas se hicieron en tres etapas: sólo el video, el video más 50 Kbytes del enlace saturado con tráfico realizado con un generador de tráfico (tráfico medio), y el video más 100Kbytes del enlace saturado (tráfico alto). Como resultado, en el primer escenario, el ambiente cableado fue el que tuvo el mejor rendimiento y menor pérdida de paquetes, con una latencia mayor en IPv4 que en IPv6, repitiéndose el comportamiento en los otros dos escenarios. El ambiente cableado inalámbrico fue el que peor se comportó de los 3 ambientes en cuanto a la pérdida de paquetes y al rendimiento de la red se refiere, tanto para IPv4 como para IPv6, en todos los escenarios. El ambiente inalámbrico cableado siempre fue un punto intermedio entre el ambiente cableado total y el ambiente cableado inalámbrico en lo que a rendimiento y pérdida de paquetes se refiere, tanto para IPv6 como para IPv4, en todos los escenarios. Cuando se aumenta el tráfico de la red, proporcionalmente aumenta el rendimiento de la red, en todos los ambientes.

**Palabras clave:** Rendimiento de Redes, IPv6, Transmisión de Video, Redes cableadas, redes híbridas.



## ABSTRACT

The present project's main objective was to determine the Throughput in hybrid networks based in IPv6 addressing during a video transmission. An experimental approach was used in order to create the test environment, under combined schemes, wired and wireless, for IPv6 and for IPv4, where the following parameters were measured: delay, jitter, lost packets and total throughput. The test were made in three scenarios: video transmission only, the video plus 50 KBytes of the link saturated with traffic generated with a traffic generator (medium traffic), and the video plus 100 KBytes of the link saturated (high traffic). As a result, the first scenario, the wired environment was the one with the best performance and the least lost packets, with a higher delay in IPv4 than in IPv6, with the same behaviour in the other two scenarios. The wired – wireless environment had the worst behaviour of the three environments in the lost packets and throughput parameters, both for IPv4 and IPv6, in all scenarios. The wireless – wired environment was always a medium point between the wired and the wired – wireless environment in terms of throughput and lost packet parameters, both for IPv6 and for IPv4, in all scenarios. As the network traffic increases, the throughput of the network rises proportionally, in all environments.

**Key words:** Network Throughput, IPv6, Video Transmission, Wired Networks, Hybrid Networks

## MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Cuando se comienza con la red de ARPANET (Advanced Research Project Agency Net) en la década de los 70, que en la actualidad es la red Internet que conocemos, los diseñadores de esta red nunca imaginaron el gran éxito que tendría la misma, por lo cual creyeron suficiente un protocolo de 32 bits para el direccionamiento, que se le dio el nombre de IPv4.

IPv6 surge principalmente por el crecimiento de solicitudes de direcciones IP que el protocolo IPv4 no será capaz de satisfacer en los próximos años, debido a la creación de nuevos dispositivos, cuyas necesidades son el de estar interconectados a la red con una calidad en el servicio eficaz y eficiente, además de la movilidad de dichos dispositivos con direcciones IP que se conozcan todo el tiempo, y no estén enmascaradas (como en el caso de NAT con IPv4). Es por esto que en 1994 el IETF (Internet Engineering Task Force) comienza a trabajar en este nuevo direccionamiento con el objeto de resolver varios problemas del IPv4, especialmente el problema del número de direcciones IP disponibles para el público.

El IPv6 fue definido como un protocolo de 128 bits, que permite el uso de  $2^{128}$  direcciones IP en contraste con el IPv4 que en teoría permite un máximo de  $2^{32}$  direcciones IP, pero debido a las clases de direcciones IP (de las cuales las clases D y E no se utilizan para asignar direcciones a las computadoras) se pierde un 12,5 % del total del direccionamiento IP, como se muestra en la Figura 1





rendimiento de la red para la realización de videoconferencias, tomando como base los protocolos IPv4 e IPv6, siendo este último el nuevo protocolo de direccionamiento de Internet por venir y que se usa ya de forma normal en Internet 2, como preámbulo para implantar el uso de la videoconferencia como un medio alternativo de enseñanza.

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología utilizada en esta investigación comprendió las siguientes etapas:

a. Análisis teórico: Se consultaron fuentes secundarias para luego diseñar adecuadamente todos los ambientes de prueba. Es por ello que, el análisis teórico se basó en un estudio documental, principalmente en la revisión de libros y tesis desarrolladas en el área e investigación a través de Internet.

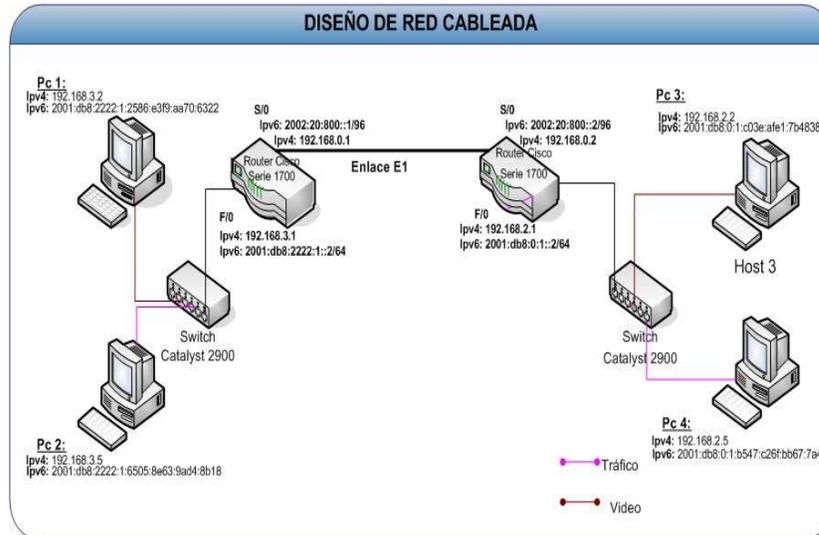
b. Simulación y pruebas: Se diseñaron los ambientes de simulación según el análisis teórico. También abarcó las pruebas que se aplicaron a los distintos ambientes creados de redes.

c. Análisis estadístico: Se estudiaron todos los datos recogidos en la simulación y pruebas aplicando una estadística descriptiva, lo que permitió el ordenamiento de los datos obtenidos para su presentación por medio de tablas y de representaciones gráficas; así como, de la obtención de algunos parámetros útiles para la explicación de la información y poder formular las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con lo observado.

### **DISEÑO DEL EXPERIMENTO**

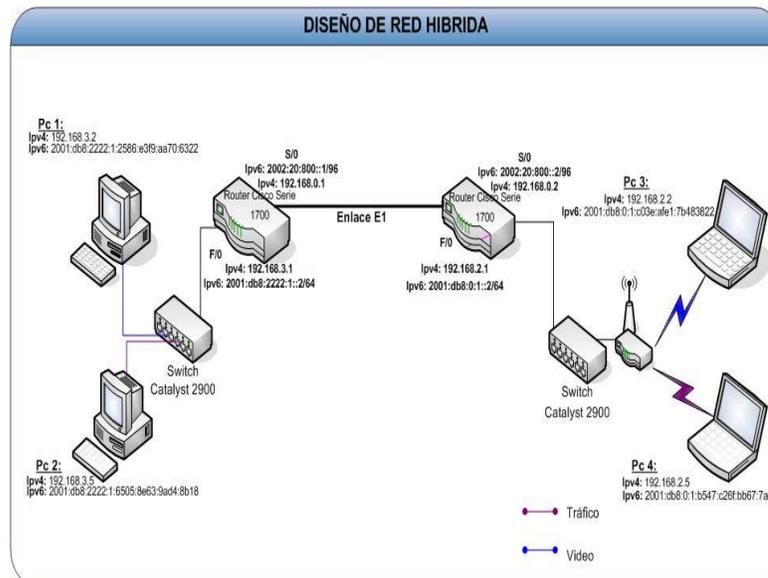
Se hicieron dos ambientes de pruebas: uno enteramente cableado y, el otro de manera híbrida, parte cableada y parte inalámbrica.

El ambiente cableado se realizó con dos router cisco serie 1700, con el sistema operativo IOS 12.3 (24 a), versión que da soporte tanto a IPv4 como a IPv6, también se usaron dos switches serie 2950, cada uno conectado a uno de los enrutadores, y 4 PC's Pentium IV, con el sistema operativo Windows XP Professional con el soporte para IPv4 e IPv6. Dos de las PC se utilizaron para enviar y recibir un video en formato MPEG-4, y las otras dos usan un programa llamado D-ITG para simular tráfico de diversos protocolos. Se usó un cable V.35 para unir los puertos seriales de los router, el cual brinda una tasa de datos máxima de 2Mbit/seg., cantidad suficiente para la transmisión de video. (Ver Figura 2).



**Figura 2.** Diseño de red cableada. Fuente: Acosta (2008)

Para el diseño de la red híbrida se utilizó además de lo anteriormente descrito, un router inalámbrico marca D-Link, modelo DL-514 que trabaja bajo el estándar 802.11b el cual funcionó como un punto de acceso y dos portátiles Pentium IV, con el sistema operativo Windows XP Professional con el soporte para IPv4 e IPv6, con tarjeta inalámbrica. Durante las pruebas la calidad de la señal siempre fue muy buena. (Ver Figura 3)



**Figura 3.** Diseño de red híbrida. Fuente: Acosta (2008)

La configuración de los Router 1700 fue de tipo dual Stack, en el cual se configuró tanto el direccionamiento IPv6 como el IPv4, lo que se modificó fue el

direccionamiento de las computadoras, las cuales primero usaron IPv4 y luego el direccionamiento IPv6. Esta configuración se puede apreciar en la Figura 4.

CONFIGURACION ROUTER A		CONFIGURACION ROUTER B	
enable pass cisco	interface Serial1	enable pass cisco	interface Serial1
enable secret class	no ip address	enable secret class	no ip address
line cons 0	shutdown	line cons 0	shutdown
passw cisco	exit	passw cisco	exit
login		login	interface Serial2
exit	interface Serial2	exit	no ip address
line aux 0	no ip address	line aux 0	shutdown
passw cisco	shutdown	passw cisco	exit
login	exit	login	router rip
exit	router rip	exit	network 192.168.0.0
line vty 0 4	network 192.168.2.0	line vty 0 4	network 192.168.2.0
passw cisco	network 192.168.3.0	passw cisco	network 192.168.3.0
login		login	
exit		exit	
	ip classless		ip classless
hostname IPv6_A	no ip http server	hostname IPv6_B	ip http server
ip flow-cache timeout active 1	ip flow-export source	ip flow-cache timeout active 1	ip flow-export source
ip cef	FastEthernet0	ip cef	FastEthernet0
ipv6 unicast-routing	ip flow-export version 5	ipv6 unicast-routing	ip flow-export version 5
	ip flow-export destination		ip flow-export destination
interface FastEthernet0	192.168.2.2 9996	interface FastEthernet0	192.168.3.2 9996
ip address 192.168.3.1		ip address 192.168.2.1	
255.255.255.0	ipv6 router rip TESIS	255.255.255.0	snmp-server ifindex persist
ip route-cache flow	snmp-server ifindex persist	speed auto	line con 0
speed auto		ipv6 address	password cisco
ipv6 address	line con 0	2001:DB8:2222:1::2/64	login
2001:DB8:2222:1::2/64	password cisco	ipv6 rip TESIS enable	line aux 0
ipv6 rip TESIS enable	login	exit	password cisco
exit	line vty 0 4	interface Serial0	login
	password cisco	ip address 192.168.0.1	line vty 0 4
interface Serial10	login	255.255.255.0	password cisco
ip address 192.168.0.1	password cisco	ipv6 address 2002:20:800::1/96	login
255.255.255.0	login	ipv6 enable	password cisco
ipv6 address 2002:20:800::1/96	password cisco	ipv6 rip TESIS enable	login
ipv6 enable	login	clock rate 2000000	no fair-queue
ipv6 rip TESIS enable	end	no fair-queue	exit
clock rate 2000000		exit	
no fair-queue			
exit			

Figura 4. Configuración de enrutadores A y B. Fuente: Acosta (2008)

Para transmitir video MPEG4 se eligió VideoLAN, ya que es una aplicación que soporta tanto IPv4 como IPv6. Es necesario destacar que, VideoLAN es una herramienta gratuita que comenzó como un proyecto estudiantil de École Centrale París y se ha convertido en un proyecto global donde participan desarrolladores de 20 países. Está disponible para distintas plataformas de PC y sistemas operativos, entre otras muchas ventajas. VideoLAN - VLC media player (2008)

Con el uso del VideoLAN se hicieron transmisiones de video MPEG4 usando UDP como protocolo de transporte. Se utilizó UDP ya que con este protocolo no hay retransmisiones. Durante la transmisión de video en tiempo real no se retransmiten segmentos perdidos porque no se va a detener la corriente de datos para incorporar la parte perdida, lo cual podría ocasionar congestión y mayor pérdida de segmentos.

Los enrutadores no tenían configurado Calidad de servicio en el enlace serial, debido a que no era el objetivo de esta investigación.

## EJECUCIÓN DE LAS PRUEBAS

En cada uno de los ambientes diseñados se realizaron 3 tipos de pruebas:

a.- Condición durante la transmisión de sólo video: en esta condición se transmitió sobre la red video sobre MPEG4 y el programa D-ITG con valores muy



bajos, pero existentes para que se puedan sacar las estadísticas con el mismo programa.

b.- Condición de la red durante la transmisión de video con tráfico medio: Además de enviar el video, se usó el D-ITG con parámetros de tráfico medio (1000 paquetes de 50 bytes c/u)

c.- Condición con alto tráfico durante la transmisión de video: condiciones prácticamente iguales a la anterior, pero el D-ITG con parámetros que generarán un tráfico alto (1000 paquetes de 100 bytes c/u).

Para la medición del rendimiento de los protocolos se realizaron las siguientes pruebas:

a.- Medición de las condiciones de la red durante la transmisión de MPEG4 en IPv4: en esta prueba se transmitió el video y se generó una cantidad despreciable de tráfico cada segundo: 500 paquetes de 5 bytes, durante 3 minutos. Se hizo así con la finalidad de que el generador de estadísticas del D-ITG pudiera funcionar. En cada prueba se midió la latencia, los paquetes perdidos, y el rendimiento. Se repitió la prueba 3 veces para asegurar los resultados.

b.- Medición de las condiciones de la red durante la transmisión de MPEG4 en IPv6: La misma prueba que se hizo para IPv4 se repitió para IPv6.

c.- Medición de las condiciones de la red con tráfico medio durante la transmisión de MPEG4 en IPv4: en esta prueba se transmitió el video y se generaron por segundo 1000 paquetes de 50 Bytes, durante 3 minutos. En cada prueba se midió la latencia, los paquetes perdidos y el rendimiento. Se repitió la prueba 3 veces para asegurar los resultados.

d.- Medición de las condiciones de la red con tráfico medio durante la transmisión de MPEG4 en IPv6: La misma prueba que se hizo para IPv4 se repitió para IPv6.

e.- Medición de las condiciones de la red con tráfico alto durante la transmisión de MPEG4 en IPv4: en esta prueba se transmitió el video y se generaron por segundo 1000 paquetes de 100 Bytes, durante 3 minutos. En cada prueba se midió la latencia, los paquetes perdidos y el rendimiento. Se repitió la prueba 3 veces para asegurar los resultados.

f.- Medición de las condiciones de la red con tráfico medio durante la transmisión de MPEG4 en IPv6: La misma prueba que se hizo para IPv4 se repitió para IPv6.

El procedimiento para llevar a cabo el experimento se resume en los siguientes pasos:

1.- Se verifica que todas las pc's estén operando con los parámetros correctos.



2.- Se ejecuta VideoLan en las pc's designadas.

3.- Se carga el D-ITG y se escribe el comando `itgsend` con los parámetros específicos.

4.- Se procede a correr los programas `Itgsend` y `VideoLan` de manera simultánea.

5.- Se observan las transmisiones para detectar cualquier falla de video o audio.

7.- Pasado el tiempo de transmisión, se procede a guardar en archivos la información generada por D-ITG, para su posterior análisis.

Para hacer que un PC envíe tráfico "medio" al otro, en **IPv4**, se usa el siguiente comando:

```
itgsend -a 192.168.2.5 -rp 9030 -m RTTM -c 50 -C 1000 -t 180000 -l 50%prueba1
```

en donde *a* es la dirección destino del flujo, *rp* el puerto por el cual recibe, *m* es para indicar si es ida y vuelta o un solo sentido, *c* es el tamaño del paquete, *C* el número de paquetes, *t* es el tiempo de transmisión, en milisegundos y *l* el nombre del archivo a generar. Avallone (2008)

En el PC receptor de tráfico se escribe el siguiente comando para recibir los flujos enviados por el emisor:

```
itgrece
```

Por otro lado, para hacer que un PC envíe tráfico "medio" al otro, en **IPv6**, se usa el siguiente comando:

```
itgsend -a 2001:db8:2222:1:6505:8e63:9ad4:8b18 -rp 9030 -m RTTM -c 50 -C 1000 -t 180000 -l 50%prueba1
```

Para las pruebas locales de MPEG4 se utilizaron los siguientes parámetros de transmisión (Ver Figura 5 y 6):

**Stream output**

Stream output MRL  
Target: :sout=#transcode{vcodec=mp4v,vb=1024,scale=1,acodec=mpga,ab=192,channels=2}:du

**Outputs**

- Play locally
- File    Filename:     Browse...     Dump raw input
- HTTP    Address:     Port: 1234
- MMSH    Address:     Port: 1234
- RTP    Address:     Port: 1234
- UDP    Address: 192.168.2.2    Port: 1234

**Encapsulation Method**

MPEG TS     MPEG PS     MPEG 1     Ogg     ASF     MP4     MOV     WAV     Raw

**Transcoding options**

- Video codec: mp4v    Bitrate (kb/s): 1024    Scale: 1
- Audio codec: mpga    Bitrate (kb/s): 192    Channels: 2
- Subtitles codec: dvbs     Subtitles overlay

**Miscellaneous**

- SAP announce    Group name:     Channel name:
- Select all elementary streams    Time-To-Live (TTL):

OK    Cancel

**Figura 5.** Parámetros usados en el VideoLAN para transmitir en IPv4.  
Fuente: Acosta (2008)



	Cableado Total		Cableado Inalámbrico		Inalámbrico Cableado	
	0 % de Trafico		0 % de Trafico		0 % de Trafico	
	IPv4	IPv6	IPv4	IPv6	IPv4	IPv6
<b>Jitter</b>	0,00007	0,00033	0,00020	0,00175	0,00440	0,00086
<b>Latencia (seg)</b>	0,05781	0,00060	0,18926	0,00188	0,77349	0,00135
<b>Throughput (Mbit/Seg)</b>	7,01	6,92	0,44	3,44	3,33	3,55
<b>Paquetes</b>	4.817	6.898	2.794	4.013	5.299	1.275
<b>Perdidos</b>	2,68%	3,83%	3,10%	4,46%	7,54%	1,41%

**Tabla 1.** Datos obtenidos red durante la transmisión de video.  
Fuente: Acosta (2008)

En todos los casos, la latencia de IPv4 es mayor que la de IPv6. En cuanto a la variación de retardo (jitter), salvo en el caso del escenario inalámbrico cableado, se observa que en IPv6 es mayor que en IPv4. En relación al porcentaje de paquetes perdidos, en IPv6 se pierden más paquetes que en IPv4, salvo en el caso Inalámbrico cableado, a pesar de que a nivel visual la imagen del video se ve mejor con IPv6 que con IPv4. Las diferencias en el rendimiento, en Mbit/seg., fueron bastante pequeñas cuando se puso el video solo, salvo en la parte cableada inalámbrica, que IPv6 tuvo un rendimiento visiblemente mayor que IPv4. En el flujo de video de esta prueba se transmitieron 20.557 paquetes con un tamaño de 1348,97 bytes c/u desde la PC emisora y se recibió la misma cantidad de paquetes y bytes en la PC receptora, y un flujo de tráfico de 1.000 paquetes de 5 bytes desde la PC en la que se ejecutó el ITG send hasta la PC en la que se ejecutó ITG recieve, lo cual demuestra que en esta prueba los paquetes que se pierden son los de tráfico generado y no los del video en sí.

2) Condición de la red durante la transmisión de video con tráfico medio: Se obtuvieron los siguientes valores mediante el D-ITG, los cuales se muestran en la Tabla 2

	Cableado Total		Cableado Inalámbrico		Inalámbrico Cableado	
	50 % de Trafico		50 % de Trafico		50 % de Trafico	
	IPv4	IPv6	IPv4	IPv6	IPv4	IPv6
<b>Jitter</b>	0,00014	0,00122	0,00232	0,00192	0,00326	0,00330
<b>Latencia (seg)</b>	0,05664	0,03692	0,25664	0,22693	0,42584	0,43405
<b>Throughput (Mbit/Seg)</b>	68,06	64,97	29,87	37,32	59,57	60,61
<b>Paquetes</b>	9.856	17.548	105.328	86.704	22.393	20.026
<b>Perdidos</b>	5,47 %	9,77%	58,52%	48,17%	17,26%	15,82%

**Tabla 2.** Datos obtenidos red tráfico medio durante transmisión de video.

Fuente: Acosta (2008)

Se observó que la latencia, salvo en el caso inalámbrico cableado, en IPv4 es mayor que en IPv6. En referencia a la variación de retardo (jitter), salvo en el caso del escenario cableado inalámbrico, se observa que en IPv6 es mayor que en IPv4. En relación al porcentaje de paquetes perdidos, en IPv6 se pierden menos paquetes que en IPv4, exceptuando el caso de cableado puro. Las diferencias en el rendimiento, en Mbit/seg., mantuvieron la tendencia del experimento anterior. En esta prueba lo que varió fue el flujo de tráfico generado, que pasó a 1000 paquetes de 50 bytes c/u. En cuanto a los resultados visuales, el video se sigue apreciando mejor en IPv6 que en IPv4, por lo cual, a pesar de que se pierden una gran cantidad de paquetes, lo que se pierde es tráfico, no carga útil.

3) Condiciones de la red durante la transmisión de video con tráfico alto: Se obtuvieron los siguientes valores mediante el D-ITG, los cuales se muestran en la Tabla 3

	100% de Trafico		100% de Trafico		100% de Trafico	
	Cableado Total		Cableado Inalámbrico		Inalámbrico Cableado	
	IPv4	IPv6	IPv4	IPv6	IPv4	IPv6
<b>Jitter</b>	0,00028	0,00116	0,00322	0,00207	0,00332	0,00350
<b>Latencia (seg)</b>	0,06104	0,05557	0,36418	0,26702	0,31902	0,35747
<b>Throughput (Mbit/Seg)</b>	126,48	117,32	48,43	69,24	118,35	117,50
<b>Paquetes</b>	21.909	33.355	119.456	51.765	22.881	22.487
<b>Perdidos</b>	12,17%	18,53%	66,37%	51,92%	17,81%	18,40%

**Tabla 3.** Datos obtenidos red alto tráfico durante transmisión de video.

Fuente: Acosta (2008)



En este caso, la latencia y el jitter mantienen la tendencia del segundo experimento. En cuanto al porcentaje de paquetes perdidos, en IPv6 se pierden más paquetes que en IPv4, salvo en el caso cableado inalámbrico. Las diferencias en el rendimiento, en Mbit/seg., en el caso cableado Inalámbrico, fue ligeramente superior en IPv4 que en IPv6. En esta prueba lo que varió fue el flujo de tráfico generado, que ahora es de 1000 paquetes de 100 bytes c/u. En relación a los resultados visuales, el video se observa mejor en IPv6 que en IPv4, por lo cual, a pesar de que se pierden una gran cantidad de paquetes, lo que se pierde es tráfico, no carga útil.

Comparando las tablas 1, 2 y 3 se obtienen los siguientes resultados:

1. Las tendencias de los valores de Jitter, Latencia, Rendimiento y Paquetes perdidos, a medida que se aumenta la cantidad de tráfico est   orientada al alza en cualquiera de los escenarios (cableado puro, cableado inalámbrico e inalámbrico cableado), manteniendo unas tendencias estables en cuanto a quién tiene mayor jitter, latencia, rendimiento y paquetes perdidos entre IPv6 e IPv4.

2. El ambiente cableado inalámbrico fue el ambiente que perdió más paquetes, el ambiente inalámbrico cableado fue el que obtuvo mayor latencia y jitter y el ambiente cableado fue el que tuvo el mejor rendimiento y menor pérdida de paquetes de todos los escenarios manejados.

3. Para analizar los resultados de las pruebas debemos tomar en cuenta que "En la misma proporción que aumente el tráfico de la red, aumentara la latencia, una red que opere cercano al 100% de su capacidad experimentara una latencia severa" Comer (2001). Además, en ambientes inalámbricos "a medida que aumenta el tamaño del paquete IP, aumenta el throughput" Grote (2007).

Estos enunciados fueron visibles en todas las pruebas, cuando se transmitía video y tráfico en IPv6 como en IPv4, tanto el throughput como la latencia aumentaron a medida que el tráfico iba aumentando. Estos hechos se pueden apreciar observando los datos de dichas pruebas. En lo que respecta a los ambientes híbridos, el throughput fue mayor para IPv6 que para Ipv4, producto del cambio del tamaño de la cabecera de IPv4, que mide 20 bytes, a la de IPv6, que mide 40 bytes.

Para los casos cuando la red se congestionaba en un 99 %, todas las pruebas arrojaron que los mecanismos anticongesti  n provocaron un aumento considerable en la cantidad de paquetes perdidos. La latencia, subió considerablemente obteniendo los valores más altos Ipv4 al no ser suficientes las medidas adoptadas para la congestión, ya que la red se llevó a casi el 100 % de su capacidad, según Comer (2001), provoca una latencia severa.

Se presentó un caso at  pico con la prueba de IPv4 con 0% de tráfico en el ambiente inalámbrico cableado, donde el tiempo promedio de latencia experiment   un incremento muy alto con respecto a otros ambientes e incluso con las pruebas bajo el mismo ambiente con tráfico medio y alto. Cabe resaltar, que este ambiente



fue el que se comportó de forma distinta durante casi todas las pruebas realizadas, en general no hubo perdida de paquetes de video apreciables, pero se not   que el video comenzaba a correr apenas la red se descongestionaba (esto se refiere, a que el generador de tráfico dejaba de enviar flujos) se observó en el receptor la llegada y reproducción del video muy rápidamente, como si en un buffer se almacenara el video para luego, al descongestionarse el ambiente, reproducirlo.

El   nico caso donde no se perdieron paquetes de video fue cuando se generó 0% de tráfico, las pérdidas que hubo fueron del generador de tráfico y no llegaron en ningún caso al 10%, en la mayoría de los casos la mayor pérdida de paquetes fue de IPv6, de la misma forma con tráfico medio para el ambiente cableado total, la pérdida de paquetes de video fue bastante baja, comportando mejor IPv4.

En pruebas con tráfico medio y alto el video resultó ser el flujo con más paquetes perdidos, esto debido al hecho de que:

“a la hora de descartar paquetes los de video idealmente suelen tener menos prioridad que los de audio. Esto debido a que una pequeña variación en la calidad del audio, puede ser más fácilmente apreciada por el humano. En cambio con el video, los humanos no son lo suficientemente rápidos para percibir la pérdida de uno o dos frames en una secuencia.” Lee (1998).

Cabe destacar que el tamaño de los paquetes usados para transportar el flujo de video MPEG4, en IPv4 medían 1348 bytes y en IPv6 1368 bytes. Esta diferencia de 20 bytes como se mencion   anteriormente es producto del cambio del tamaño de la cabecera de IPv4. Para este caso en particular se est   generando un sobrecargo adicional de 1,47% sobre la red. Este hecho pudo haber influido en la diferencia del throughput y la latencia entre ambos protocolos durante las pruebas.

## CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En ambientes con tráfico medio y alto, el ambiente completamente cableado es superior al ambiente híbrido, y de ellos, el ambiente inalámbrico cableado se comporta mejor que en sentido contrario.

El uso de IPv6 resulta en un mejor desempeño en ambientes híbridos cuando la red se encuentra completamente congestionada.

IPv6 es un protocolo bien estructurado y construido en base a la experiencia obtenida con IPv4. Este protocolo añade nuevas características funcionales, que permiten nuevas y mejores formas de comunicación.

Se recomienda investigar sobre el rendimiento de IPv6 en distintos sistemas operativos. Así mismo, también sería útil realizar los experimentos usando ambientes inalámbricos menos controlados y con routers inalámbricos con mejores prestaciones para observar el funcionamiento de las nuevas características de IPv6.



Se sugiere crear grupos de trabajo en las diferentes universidades, cuyos objetivos sean investigar, probar e instalar redes IPv6, para contribuir con la transición de un protocolo a otro.

### REFERENCIAS

Acosta, Sofi. (2008). *Transmisión de video en redes basadas en IPv6*. Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de Licenciado en Computación. Universidad del Zulia.

Avallone, Stefano & Botta, Alessio & Dainotti, Alberto & Donato de, Walter & Pescap , Antonio. (2008). D-ITG manual for the 2.6.1d release. Obtenido el 20 de enero de 2008 en <http://www.grid.unina.it/software/ITG/codice/D-ITG2.6.1d-manual.pdf>

Cisco, Networking Academy. (2003). *Advanced IP Addressing Management*. CCNP 1: Advanced Routing Companion Guide. CiscoPress. 2da Edición. p40.

Comer, Douglas (2001). *The IEEE MAC Sub-Layer*. Computer Networks and Internets with Internet Applications. Prentice Hall, 3era edición. pp-240-244

Grote, Walter & Ávila, Claudio & Molina, Alexis. (2007) *Análisis de Máximo Desempeño para WLAN Operando a Tasas Fijas Adaptativa Usando el Estándar IEEE 802.11 a/b/g*. Obtenido el 12 de marzo de 2008 en <http://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v15n3/art12.pdf>

Lee, Hu Imm. (1998). *Internet Transmission of Real-time MPEG Video*. Obtenido el 18 de julio de 2005 en <http://www.mtholyoke.edu/acad/compsc/Honors/Hu-Imm-Lee/Thesis.htm>

VideoLAN - VLC media player (2008). Obtenido el 15 de noviembre de 2007 en <http://www.videolan.org./videolan/>