



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**



**“Análisis Comparativo en términos de retardo y rendimiento de un Sistema de Transmisión en vivo de Video entre redes IPv4, IPv6 y Doble Pila”.**

Jonnathan Isaac Bravo Moreno (1) Ing. Jose Patiño  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
Escuela Superior Politécnica Del Litoral  
Km 30.5 vía Perimetral, Código Postal: 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador  
jonibrav@espol.edu.ec (1), jpatino@espol.edu.ec (2)

### **Resumen**

*Este documento presenta un análisis comparativo entre tres tipos de redes: IPv4, IPv6 y Doble Pila desde el punto de vista de un servidor de video en vivo, con el objetivo de ayudar en la elección apropiada de una arquitectura de red basándonos en criterios técnicos.*

*Para esto se usaron tres tipos de programas los cuales fueron instalados en escenarios bajo las mismas condiciones, es decir, se implementaron en servidores con iguales características usando tres tasas de transmisión, para la tres diferentes tipos de redes, donde fueron sometidas a diferentes pruebas de retardo y rendimiento, para estudiar su comportamiento se usó dos tipos de codificaciones en los sistemas operativos Linux y Windows.*

### **Abstract**

*This document presents a comparative analysis between of three types of networks: IPv4, IPv6 Dual Stack from the point of view of a video streaming server, in order to assist in choosing appropriate network architecture based on technical criteria*

*For this, I used three types of programs which were installed in stages under the same conditions, they were used and implemented on servers with the same characteristics using three transmission rates, for three different types of networks, where they were subjected to different tests delay and performance, to study their behavior two types of encodings used in the Linux and Windows operating systems.*

## 1. Introducción

En la actualidad se ha desarrollado el “streaming” como herramienta para transmitir voz y video en tiempo real. Este método de transmisión en vivo ha mejorado y ha sido de gran sensación a la hora del envío y recepción de información en tiempo real, está siendo usado por todo el mundo para transmisiones deportivas en vivo, en empresas para videoconferencias, en la educación, entre otras. El problema radica cuando una persona que usara este tipo de tecnología no sabe que versión de protocolo IP usar.

El objetivo principal de este proyecto es realizar un análisis comparativo entre tres tipos de redes para el servicio de “streaming” y así decir cual es la adecuada, teniendo en cuenta algunos factores relevantes que deben considerar, al momento de montar un servidor de streaming, como por ejemplo: tasa de transferencia, retardo, consumo de CPU y el tipo de codificación que se vaya a usar..

### 1.1. Redes IPv4, IPv6 y Doble Pila

Estos tipos de redes (IPv4, IPv6 y Doble Pila) son los más usados en la actualidad, empezando por el más antiguo que es la red IPv4 en el cual trabaja el Internet, pero la incorporación de nuevos usuarios, servicios y la utilización de muchos equipos que ocupaban direcciones IP dieron lugar a la creación de una nueva red que soporte estos nuevos servicios y el incremento de usuarios, la cual emplea IPv6, pero el cambio de infraestructura que necesitaba hizo que la transición no sea de forma rápida, de ahí nació la red híbrida o Doble Pila (IPv4-IPv6) como solución a este proceso de cambio. [1]

### 1.2. Audio y Video Digital

En los últimos años el estudio tanto del audio como del video ha evolucionado; no solo nos centramos en la parte analógica como en décadas anteriores, sino que tenemos el formato digital, el cual en ambos casos ha beneficiado con nuevos servicios y

aplicaciones, una de ellas es el streaming. Así mismo se han creado muchos tipos, técnicas de compresión, grabación y reproducción del audio y video, además de programas en los que podemos transmitir en vivo todas nuestras grabaciones.

Existen muchas técnicas de compresión de video, como MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3, H261, H262, MP4V y H264, para la realización de este proyecto se usó las dos últimas técnicas de compresión ya que son las más avanzadas y tiene una calidad de imagen muy buena [2].

### 1.3. Streaming

La transmisión en vivo (Streaming) es una tecnología que ha tenido un alza en los últimos tiempos, cada vez existen más aplicaciones con importantes usos como las transmisiones de eventos en vivo o videoconferencias, esta tecnología se utiliza para aligerar la descarga y ejecución de audio y video en la web, ya que permite escuchar y visualizar los archivos mientras se están descargando.

El video/audio en “flujo” o “corriente” (stream), llamado comúnmente Streaming, donde continuamente al servidor se solicitan datos de audio o de video, y no se esperan a que lleguen todos para poder ver las imágenes u oír el sonido en el lado del cliente, sino que se va viendo el video y escuchando el sonido conforme van llegando los datos que lo componen.

El Streaming funciona de la siguiente manera, primero nuestro ordenador (el cliente) conecta con el servidor y este le empieza a mandar el fichero. El cliente comienza a recibir el fichero y construye un buffer donde empieza a guardar la información. Cuando se haya llenado el buffer con una pequeña parte del archivo, el cliente lo empieza a mostrar y a la vez continua la descarga. El sistema esta sincronizado para que el archivo se pueda ver mientras el archivo se descarga, de modo que cuando el archivo termine de descargarse el fichero también ha acabado visualizarse. Si en algún momento la conexión sufre descensos de velocidad, se utiliza la información que hay en el buffer, de modo de

que se puede aguantar un poco ese descenso; si la comunicación se corta demasiado tiempo, el buffer se vacía y la ejecución del archivo se cortaría también hasta que se restaurase la señal [3].

#### 1.4. Escenario

Para la realización de este proyecto hemos propuesto tres tipos de escenarios tanto en IPv4, IPv6 y Doble pila, los cuales para su construcción se tomaron en cuenta las peculiaridades de una red convencional, como lo es el backbone o componente central, el cual esta conformado por un grupo de tres enrutadores, las redes que buscan comunicarse son tres, una con clientes que trabajan en el protocolo IPv4, otra para los que trabajan en IPv6 y la ultima con el servidor que entrega el video streaming. [4]

El escenario de la red IPv4 consta de un componente central, dos redes LAN con sus clientes conectados a un enrutador cisco 1721 que solo soporta IPv4, además de una red LAN con un servidor streaming que trabaja con IPv4, como se muestra en la figura 1.4.1

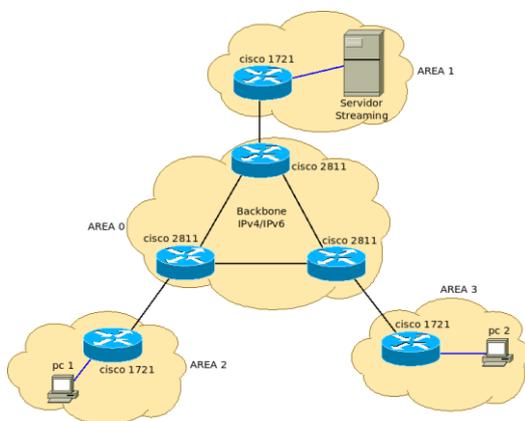


Figura 1.4.1 Diagrama Escenario IPv4

El escenario de la red IPv6 consta de un componente central, dos redes LAN con sus clientes conectados a un enrutador cisco 2811 que solo soporta IPv6, además de una red LAN con un servidor streaming que trabaja con IPv4, como se muestra en la figura 1.4.2.

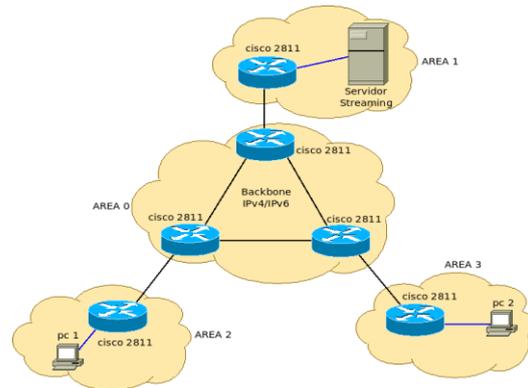


Figura 1.4.2 Diagrama Escenario IPv6

El escenario de la red Doble Pila consta de un componente central que soporta IPv4/IPv6, dos redes LAN con sus respectivos clientes, la del cliente IPv4 esta conectada a un enrutador cisco 1721 y la del cliente IPv6 esta conectada a un enrutador cisco 2811, además de una red LAN con un servidor streaming que funcionara con IPv4/IPv6, como se muestra en la figura 4.1.3.

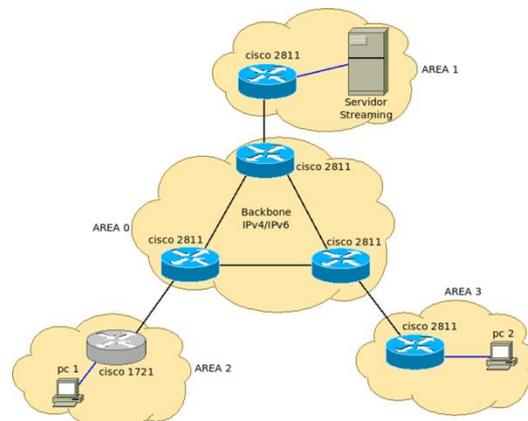


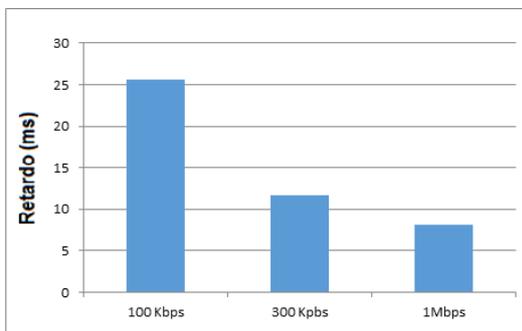
Figura 1.4.3 Diagrama Escenario Doble Pila

## 2. Comparación entre las Redes IPv4, IPv6 y Doble Pila.

Se comparan las tres redes para determinar qué ventaja presenta una en relación a la otra tomando en cuenta el desempeño de las mismas luego de la ejecución de las pruebas de retardo y rendimiento a diferentes tasas de transmisión.

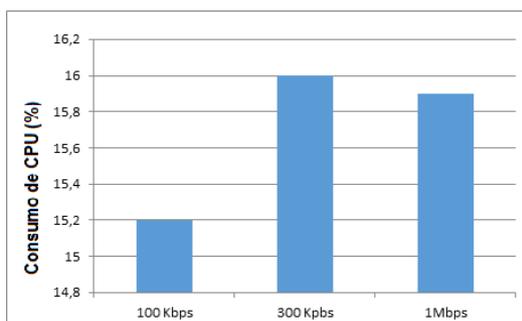
## 2.1. Pruebas de Retardo y Rendimiento

Se hizo las pruebas del video streaming en paquetes IPv4, con la cual transmitimos video a 100Kbps 300 Kbps y 1Mbps desde el servidor hacia el cliente, y luego capturamos los paquetes UDP con wireshark, así se pudo conocer que el retardo se hace menor conforme se aumenta la tasa de transmisión como se muestra en la figura 2.1.1, donde vemos un gráfico de la tasa de transmisión versus el tiempo en milisegundos, donde a 100 Kbps el retardo es 25,60873 ms , a 300 Kbps es 11,70512 ms y a 1 Mbps es 8,17619 ms.



**Figura 2.1.1.- Retardo IPv4**

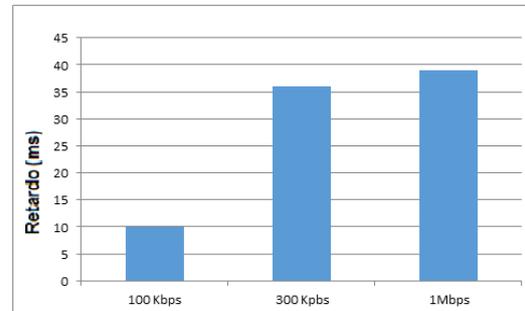
En la figura 2.1.2 vemos el consumo del CPU del servidor, el cual varía entre un 15 y 16 % de uso según la tasa de transmisión.



**Figura 2.1.2.- Consumo CPU IPv4**

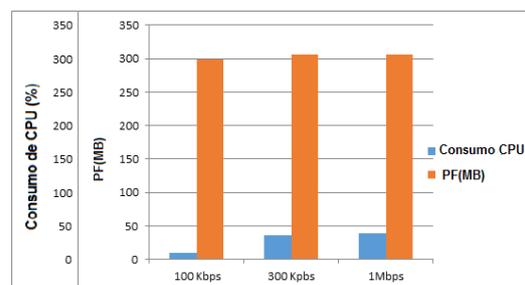
Se hizo las pruebas del video streaming en paquetes IPv6, con la cual transmitimos video a 100Kbps 300 Kbps y 1Mbps desde el servidor hacia el cliente, y luego capturamos los paquetes UDP con wireshark, así se pudo

conocer que el retardo se hace menor conforme se aumenta la tasa de transmisión como se muestra en la figura 2.1.3, donde vemos un gráfico de la tasa de transmisión versus el tiempo en milisegundos, donde a 100 Kbps el retardo es 27,80412 ms , a 300 Kbps es 11,85672 ms y a 1 Mbps es 8,37164 ms.



**Figura 2.1.3.- Retardo IPv6**

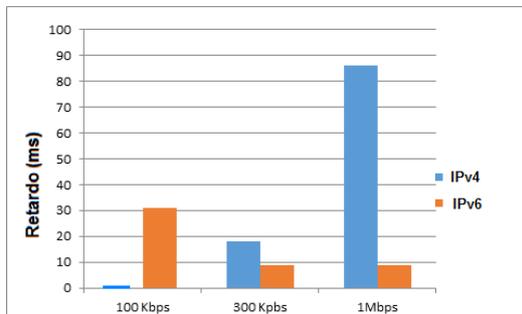
En la figura 2.1.4 vemos el consumo del CPU del servidor, el cual es de 10, 36 y 39 % según corresponde a las tasa de transmisión 100 Kbps, 300 Kbps y 1Mbps, además podemos observar el PF el cual es un archivo de paginamiento, es decir una memoria virtual creada en el disco duro el cual se mide en MB y sus valores son de 298, 306 y 306 MB según corresponde a las tasas de transmisión.



**Figura 2.1.4.- Consumo CPU y PF IPv6**

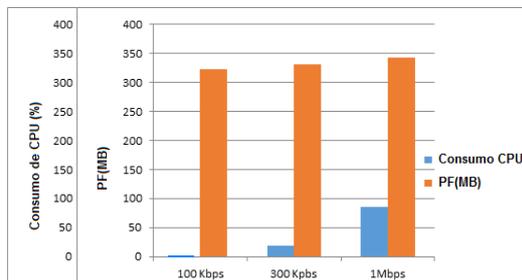
Se hizo las pruebas del video streaming en paquetes IPv4 e IPv6 simultáneamente, con la cual transmitimos video a 100Kbps 300 Kbps y 1Mbps desde el servidor hacia el cliente, y luego capturamos los paquetes UDP con wireshark, así se pudo conocer que el retardo se hace menor conforme se aumenta la tasa de transmisión como se muestra en la figura 2.1.5, donde vemos un gráfico de la tasa de transmisión versus el

tiempo en milisegundos, donde a 100 Kbps el retardo es 25,61863 y 27,71781 ms para IPv4 e IPv6 respectivamente, a 300 Kbps es 11,70509 y 11,78231 ms y a 1 Mbps es 8,96103 y 8,99842 ms.



**Figura 2.1.5.-** Retardo Doble Pila

En la figura 2.1.6 vemos el consumo CPU del servidor, el cual es de 12, 22 y 86 % según corresponde a las tasa de transmisión 100 Kbps, 300 Kbps y 1Mbps, además podemos observar el PF y sus valores son de 330, 342 y 343 MB según corresponde a las tasas de transmisión antes mencionadas.



**Figura 2.1.4.-** Consumo CPU y PF Doble Pila

## 2.2. Resultados de Pruebas de Retardo y Rendimiento.

En la tabla 2.2.1 se muestran los resultados de los datos recopilados en las pruebas de retardo y rendimiento usando la codificación H264 y el sistema operativo Linux, con sus respectivos valores correspondientes a las tasas de transmisión 100Kbps, 300Kbps, 1Mbps. Nos damos cuenta que el retardo es menor conforme se aumenta la tasa de transmisión, por lo tanto si queremos una transmisión con muy poco retardo tendríamos que aumentar nuestra velocidad de transmisión, y no afectaría mucho al

rendimiento del CPU ya que con la codificación H264 no varía mucho el trabajo realizado por el CPU.

Tasas de Transmisión	Retardo (s)	Consumo de CPU (%)	Codificación
100Kbps	0.02560873	15.20%	H264
300Kbps	0.01170512	16.00%	H264
1Mbps	0.00817619	15.90%	H264

**Tabla 2.2.1.-** Resultado Pruebas IPv4

En la tabla 2.2.2 se muestran los resultados de los datos recopilados en las pruebas de retardo y rendimiento usando la codificación H264 y el sistema operativo Windows, con sus respectivos valores correspondientes a las tasas de transmisión 100Kbps, 300Kbps, 1Mbps. Nos damos cuenta que el retardo disminuye pero a menor escala conforme se aumenta la tasa de transmisión, si queremos una transmisión con menor poco retardo tendríamos que aumentar nuestra velocidad de transmisión, aunque al hacer esto con la codificación H264 el rendimiento de nuestro CPU aumenta un poco, no a mayor escala pero nuestro CPU haría un mayor trabajo.

Tasas de Transmisión	Retardo(s)	Consumo de CPU (%)	Codificación
100Kbps	0.02780412	10%	H264
300Kbps	0.01185672	36%	H264
1Mbps	0.00837164	39%	H264

**Tabla 2.2.2.-** Resultado Pruebas IPv6

En la tabla 2.2.3 se muestran los resultados de los datos recopilados en las pruebas de retardo y rendimiento usando la codificación H264 y el sistema operativo Windows, con sus respectivos valores correspondientes a las tasas de transmisión 100Kbps, 300Kbps, 1Mbps. Nos damos cuenta que el retardo es un poco menor conforme se aumenta la tasa de transmisión, pero quizás no tan recomendable este aumento ya que afectaría mucho al rendimiento del CPU ya que con la codificación H264 varía del 12 al 86 % lo que aumenta enormemente el trabajo realizado por el CPU.

<i>Tasas de Transmisión</i>	<i>Retardo(s)</i>	<i>Consumo de CPU(%)</i>	<i>Codificación</i>
<i>100Kbps</i>	<i>IPv4=0.0 2561863</i>	<i>12%</i>	<i>H264</i>
	<i>IPv6=0.0 2771781</i>		
<i>300Kbps</i>	<i>IPv4=0.0 1170509</i>	<i>82%</i>	<i>H264</i>
	<i>IPv6=0.0 1178231</i>		
<i>1Mbps</i>	<i>IPv4=0.0 0896103</i>	<i>86%</i>	<i>H264</i>
	<i>IPv6=0.0 0899842</i>		

**Tabla 2.2.3.-** Resultado Pruebas Doble Pila

### 3. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, donde el retardo en una red IPv4 es menor al de la red IPv6 aproximadamente un 8%; el consumo del CPU para IPv4 es del 15 % mientras que IPv6 consume hasta el 39% y en la Doble Pila puede llegar hasta 86 %. Puedo concluir que para la Transmisión de Video, una red IPv4 es la adecuada.

De las pruebas de estrés realizadas cuyos resultados son mostrados en el capítulo 4, se comprueba que al incrementar el número de usuarios concurrentes la disponibilidad de las plataformas disminuye, lo que afecta directamente el rendimiento de los servidores. En el caso de Moodle, su capacidad máxima, son 300 peticiones de las cuales en promedio 153,13 se realizaron, obteniéndose un 51% de éxito. Claroline de 300 peticiones requeridas se realizaron en promedio 267,61 logrando un 89,2% de éxito. A través de esta prueba se pudo comprobar que Claroline proporciona una mayor escalabilidad, al observar que soporta un 96% de usuarios adicionales conectados de forma concurrente que Moodle, bajo las mismas condiciones de hardware.

### 4. Agradecimientos

A mi madre Myrian por todo el apoyo y a mi Tutor Ing Roberto Patiño por la ayuda en la culminación de este proyecto.

### 5. Referencias

[1] María Cervantes (2010) Introducción al IPv6 [Online] Disponible <http://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm> (20-03-2014)

[2] Iain E. Richardson, The H.264 advance video compression standard, UK (2010), Second edition.

[3] Miguel Ángel Álvarez (2010) Streaming [Online] Disponible en:

<http://www.desarrolloweb.com/articulos/482.php> (11-03-2014)

[4] CUDI (2014) Topología de la Red [Online] Disponible en: <http://www.cudi.edu.mx/conexion/backbone> (24-03-2014)