

## **Pruebas de rendimiento de red entre ICN-CERN**

Durante el periodo entre el 27 de abril y el 16 de mayo de 2007 se realizaron una serie de pruebas para medir el rendimiento del ancho de banda (BW) entre el Instituto del Ciencias Nucleares (ICN) y el CERN.

El objetivo de dichas pruebas es medir el BW real disponible, encontrar la o las causas del bajo rendimiento en las conexiones ICN-CERN-ICN, y proponer una solución para mejorarlas.

### **Herramientas de software**

Para realizar las pruebas se utilizaron dos herramientas de software: iperf y traceroute.

Iperf es una herramienta para medir el máximo ancho de banda sobre los protocolos TCP y UDP, permitiendo modificar y optimizar diferentes parámetros. Iperf reporta el BW, perdida de paquetes (para UDP) y el retardo causado por jitter.

Traceroute es una herramienta de diagnóstico de redes que permite seguir la pista de los paquetes que van desde un punto de red a otro. Se obtiene además una estadística de las velocidades de transmisión de esos paquetes.

Como herramientas de monitoreo adicionales, se instaló en el nodo local (nahualli) GANGRIA el cual permite monitorear el tráfico de red de entrada y salida. Adicionalmente se puede observar el tráfico de entrada y salida de la UNAM a través de las siguientes páginas:

<http://www.noc.cudi.edu.mx/estadisticas.htm>

<http://www.noc.cudi.edu.mx/cgi-bin/mexico.cgi?log=mx-unam>

## **Equipos para la prueba**

Las pruebas se realizaron en equipos ubicados en el ICN y el CERN.

En ICN:

Host name: nahualli.nucleares.unam.mx

IP: 132.248.29.50

OS: Scientific Linux 3.0.5

Kernel:2.4.21-37.0.1.ELsmp

Autotunning:NO

Socket buffers R/W

/proc/sys/net/core/wmem\_max

131071

/proc/sys/net/core/rmem\_max

131071

Buffer TCP R/W

/proc/sys/net/ipv4/tcp\_rmem

4096 87380 174760

/proc/sys/net/ipv4/tcp\_wmem

4096 16384 131072

Conexión directa al backbone de la UNAM.

En CERN:

Host name: lxplus.cern.ch

IP: 137.137.4.X

OS: Scientific Linux 4

Kernel: 2.6.9-42.0.10.EL.cernsmp

Autotunning:SI

Socket buffers R/W

/proc/sys/net/core/wmem\_max

135168

/proc/sys/net/core/rmem\_max

135168

**Buffer TCP R/W**

```
/proc/sys/net/ipv4/tcp_rmem
4096 87380 174760
/proc/sys/net/ipv4/tcp_wmem
4096 16384 131072
```

\*Detras del firewall del CERN.

Debido a que el kernel 2.4.x no cuenta con autotunning se modificaron los buffers en el nodo del ICN con los siguientes valores:

**Buffer R/W**

```
/proc/sys/net/core/wmem_max
1048600
/proc/sys/net/core/rmem_max
1048600
```

**Buffer TCP R/W**

```
/proc/sys/net/ipv4/tcp_rmem
4096 524290 2097200
/proc/sys/net/ipv4/tcp_wmem
4096 524290 2097200
```

En el caso de los nodos de lxplus del CERN no es posible modificar dichos valores por falta de privilegios administrativos, si embargo la versión del kernel cuenta con autotunning.

**Tamaño de ventana TCP**

Es necesario redefinir el tamaño de los buffers tomando en cuenta el tamaño de ventana necesario determinado por el BDP (Bandwidth-delay product).

$$\text{BDP} = \text{BW} * \text{RTT}$$

BWmáximo real=24Mbps

RTT=250ms

$$\text{BDP}=732\text{KB}$$

### **Descripción del las pruebas.**

Para las pruebas se contemplaron los siguientes parámetros:

- Tamaño de la ventana TCP
- Número de hilos (threads) por conexión.
- Tipo de día (laboral, fin de semana, festivo).
- Ruteo de los datos

Una prueba completa se realiza aproximadamente en una hora, tiempo durante el cual se realizan 12 transferencias variando el número de hilos y el tamaño de la ventana TCP. El tiempo de cada transferencia es de 300 segundos con un buffer de datos de 128 KB. Las 12 transferencias se organizan de la siguiente manera:

Hilos	Ventana TCP (KB)
1	264
1	512
1	1024
4	264
4	512
4	1024

8	264
8	512
8	1024
16	264
16	512
16	1024

Esta misma prueba se repite de manera continua dependiendo del número de horas o días que se requieran.

Además de las mediciones de BW, cada prueba ejecuta un traceroute para conocer cual es el camino que seguirán los datos a transmitir.

### Periodo de prueba

Los días en que se realizaron las pruebas son los siguientes:

Periodo	Tipo de día	Total Horas	Dirección
27-28 abril	Fin de semana	32	ICN-CERN
29 abril	Fin de semana	24	CERN-ICN
3-4 mayo	Laboral	36	ICN-CERN
5-7 mayo	Fin de semana	66	ICN-CERN
5-7 mayo	Fin de semana	70	CERN-ICN
8-9 mayo	Laboral	24	CERN-ICN
10-16 mayo	Festivo, laboral, fin de semana	144	ICN-CERN
10-16 mayo	Festivo, laboral, fin de semana	122	CERN-ICN

## Resultados

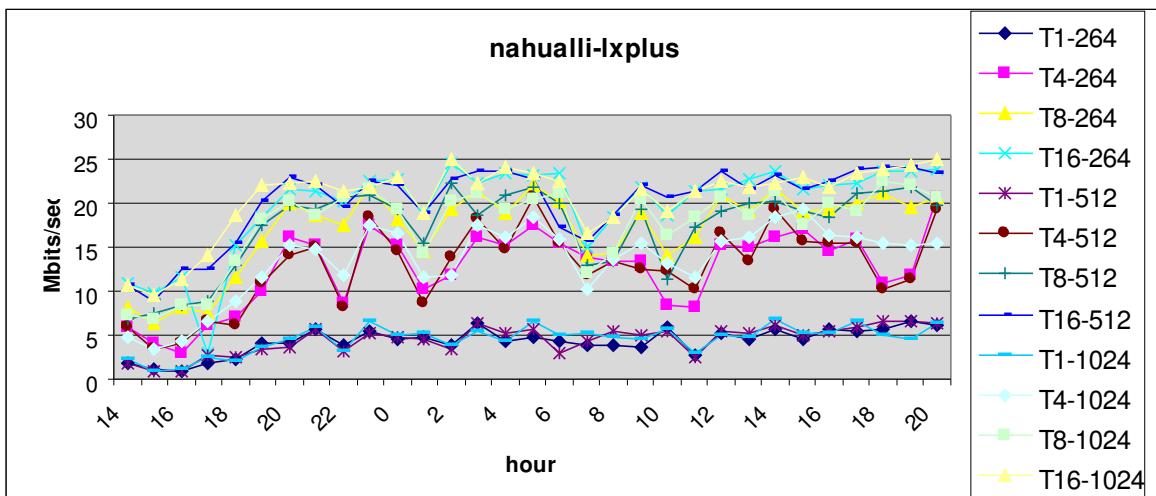
A manera de resumen se presentan las gráficas correspondientes a los datos colectados de cada periodo.

*27-28 abril*

ICN-CERN, fin de semana

Máximo BW: 25.1 MBits/sec

Mínimo BW : 0.875 MBits/sec



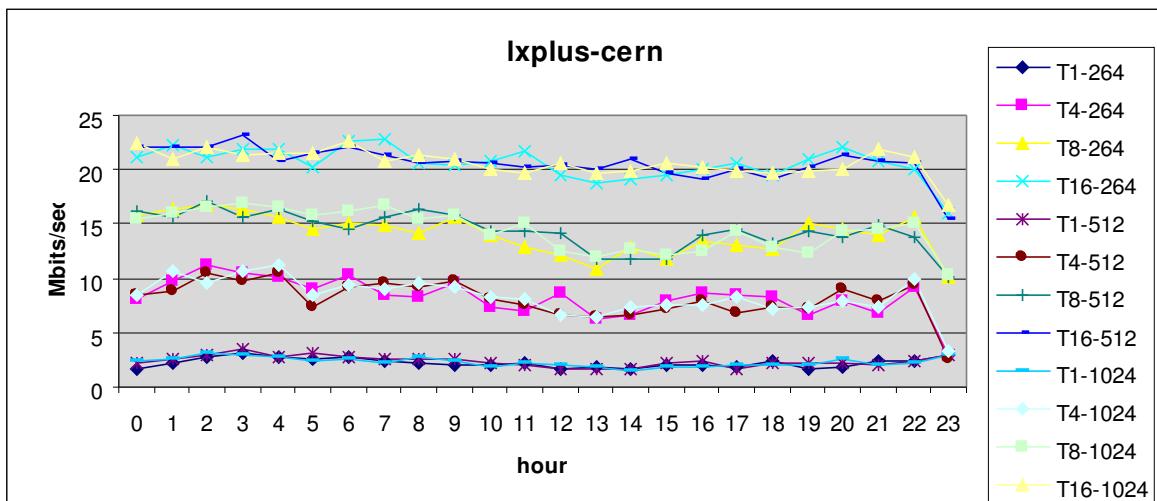
Podemos observar que a partir de las 20 horas del día 27 el ancho de banda sube y permanece estable durante todo el día 28. Nótese que la variación en el tamaño de la ventana TCP no afecta el rendimiento de manera positiva ni negativa, en cambio el número de hilos si es un factor importante. Obsérvese el incremento en el BW de 1 a 4 hilos y los pequeños incrementos de BW de 4 a 16.

29 abril

CERN-ICN, fin de semana

Máximo BW:22.5 MBits/sec

Mínimo BW :1.67 MBits/sec



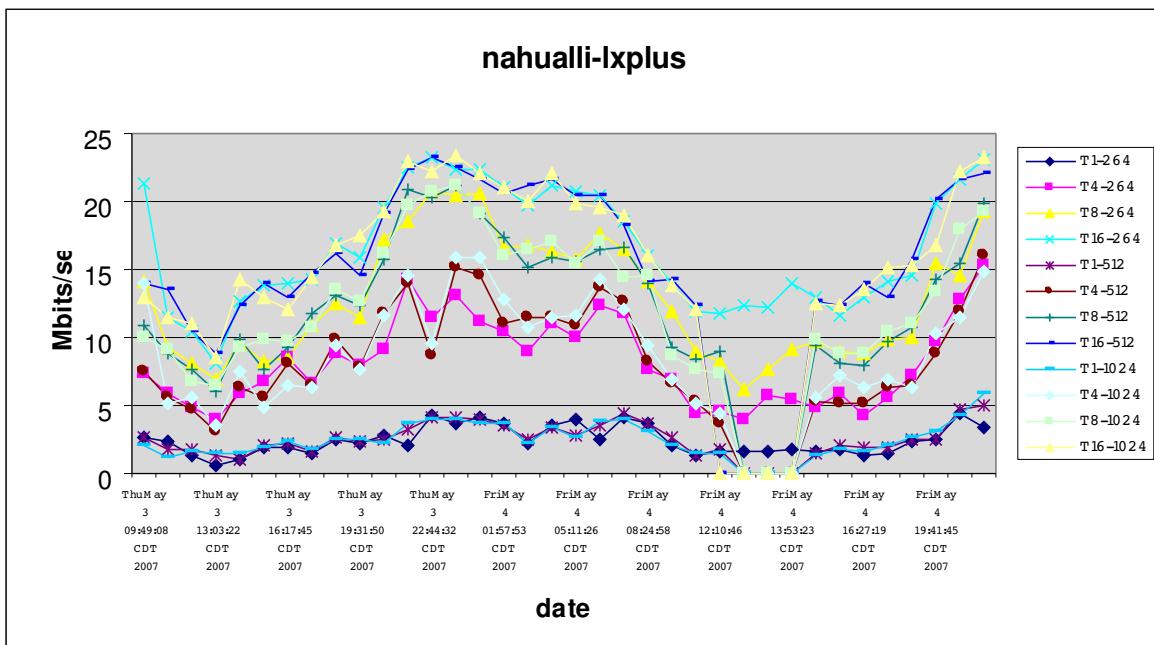
Podemos observar que la transferencia es muy estable, prácticamente se mantiene constante el BW, el tamaño de la ventana TCP no afecta el rendimiento pero si mejora el BW de manera proporcional al número de hilos utilizados.

3-4 mayo

ICN-CERN, día laboral

Máximo BW:23.4 MBits/sec

Mínimo BW :0.57 MBits/sec



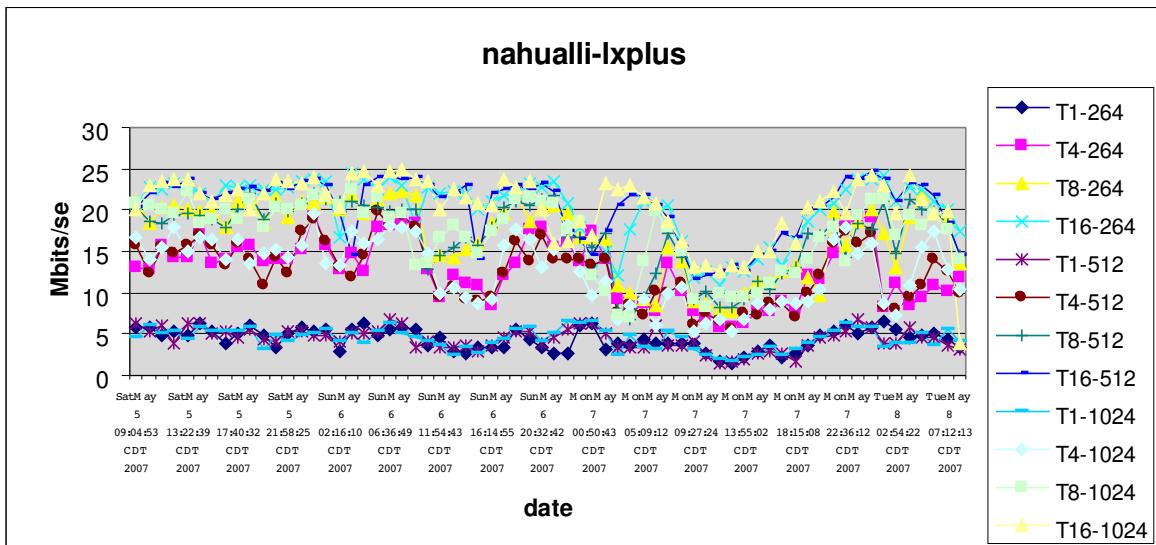
En esta gráfica se puede observar el comportamiento del BW durante la noche, entre las 20 horas del día 3 de mayo y las 7 horas del día 4 de mayo. El comportamiento es similar al del fin de semana, durante el transcurso del día el rendimiento va decayendo siendo el punto mas bajo cerca del as13 horas.

5-7 mayo

ICN-CERN, fin de semana 5 y 6, día laboral día 7

Máximo BW: 25.0 Mbits/sec

Mínimo BW :1.36 Mbits/sec

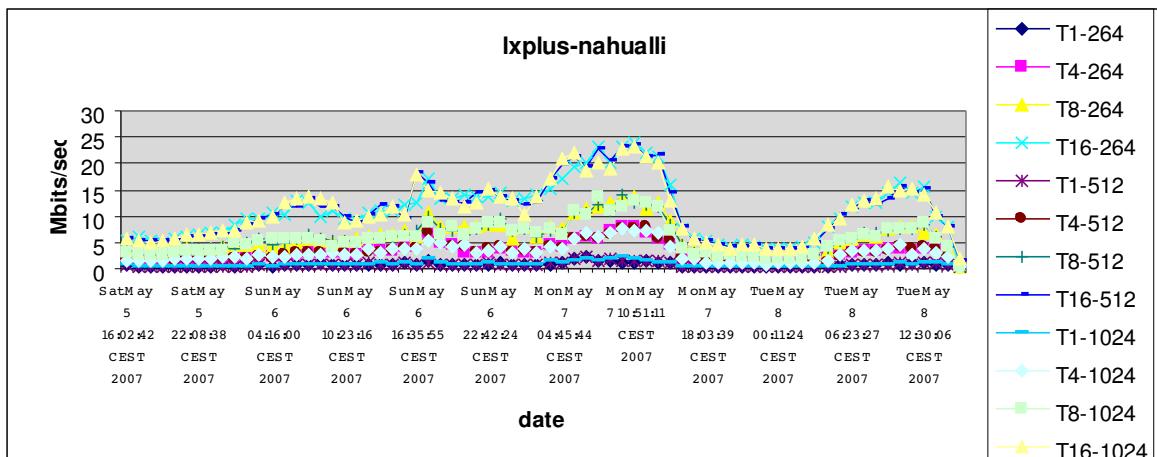


Compárese el rendimiento durante el fin de semana y un día laboral donde el rendimiento cae cerca de las 13 horas del día laboral.

CERN-ICN, fin de semana 5 y 6, día laboral día 7

Máximo BW:24.0 Mbits/sec

Mínimo BW :0.21 Mbits/sec



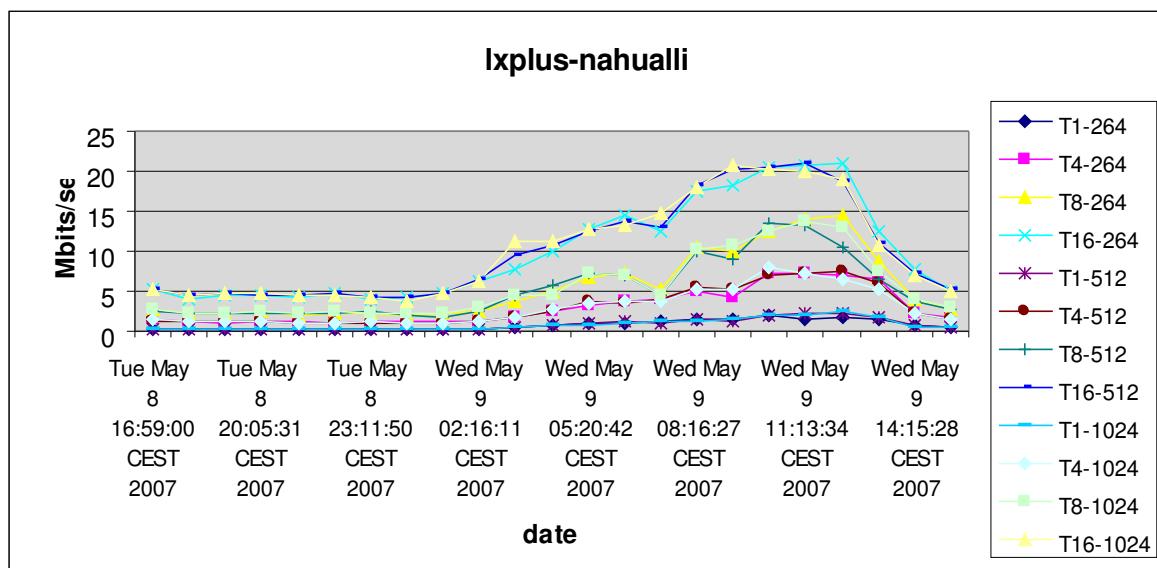
Nuevamente el rendimiento de un día laboral es mucho menor al de un fin de semana.

8-9 mayo

CERN-ICN, día laboral

Máximo BW:20.9 Mbits/sec

Mínimo BW :0.24 Mbits/sec



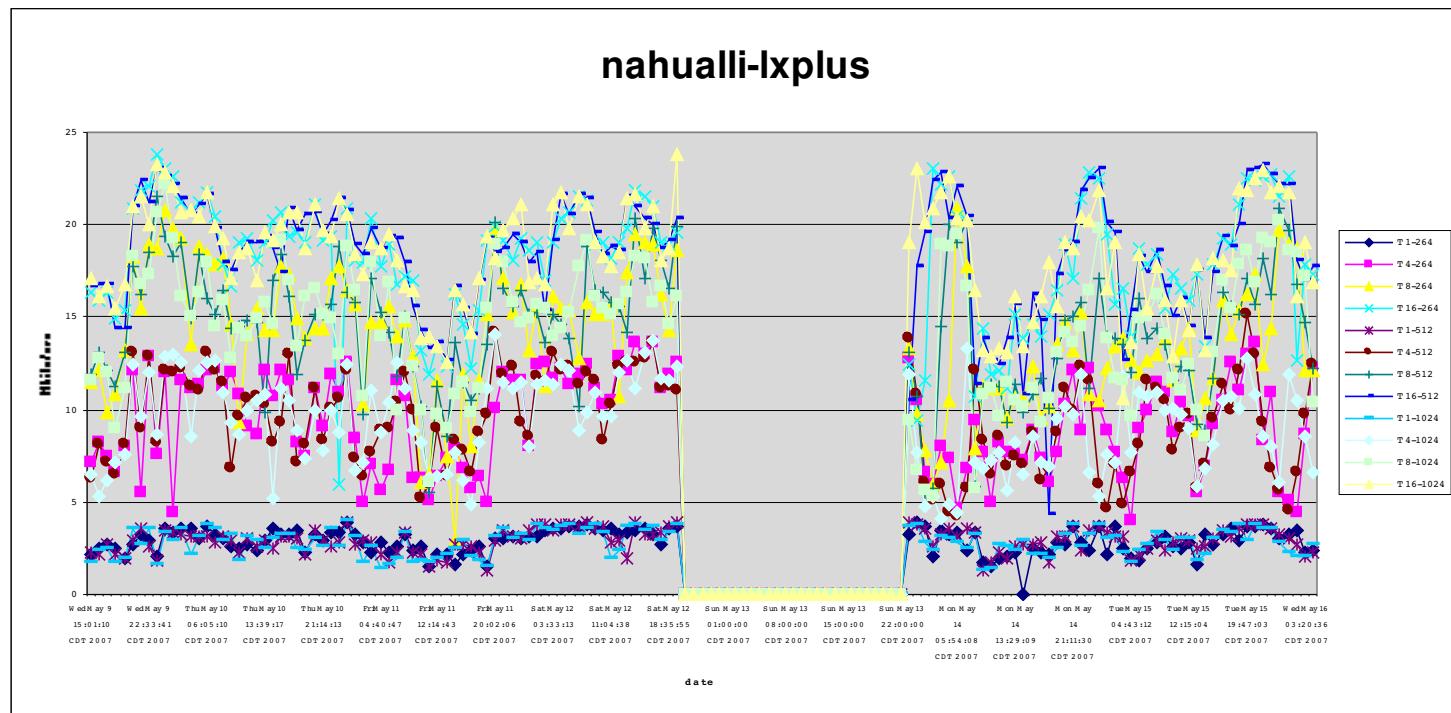
Esta gráfica muestra el bajo rendimiento en el BW entre el CERN-ICN a las horas de mayor uso de Internet en la UNAM.

10-16 mayo

ICN-CERN, 10 de mayo dia festivo, 11 laboral , 12 fin de semana, 13 no hubo muestreo, 14 laboral, 15 festivo y 16 laboral.

Máximo BW: 23.8 Mbits/sec

Mínimo BW :0.02 Mbits/sec



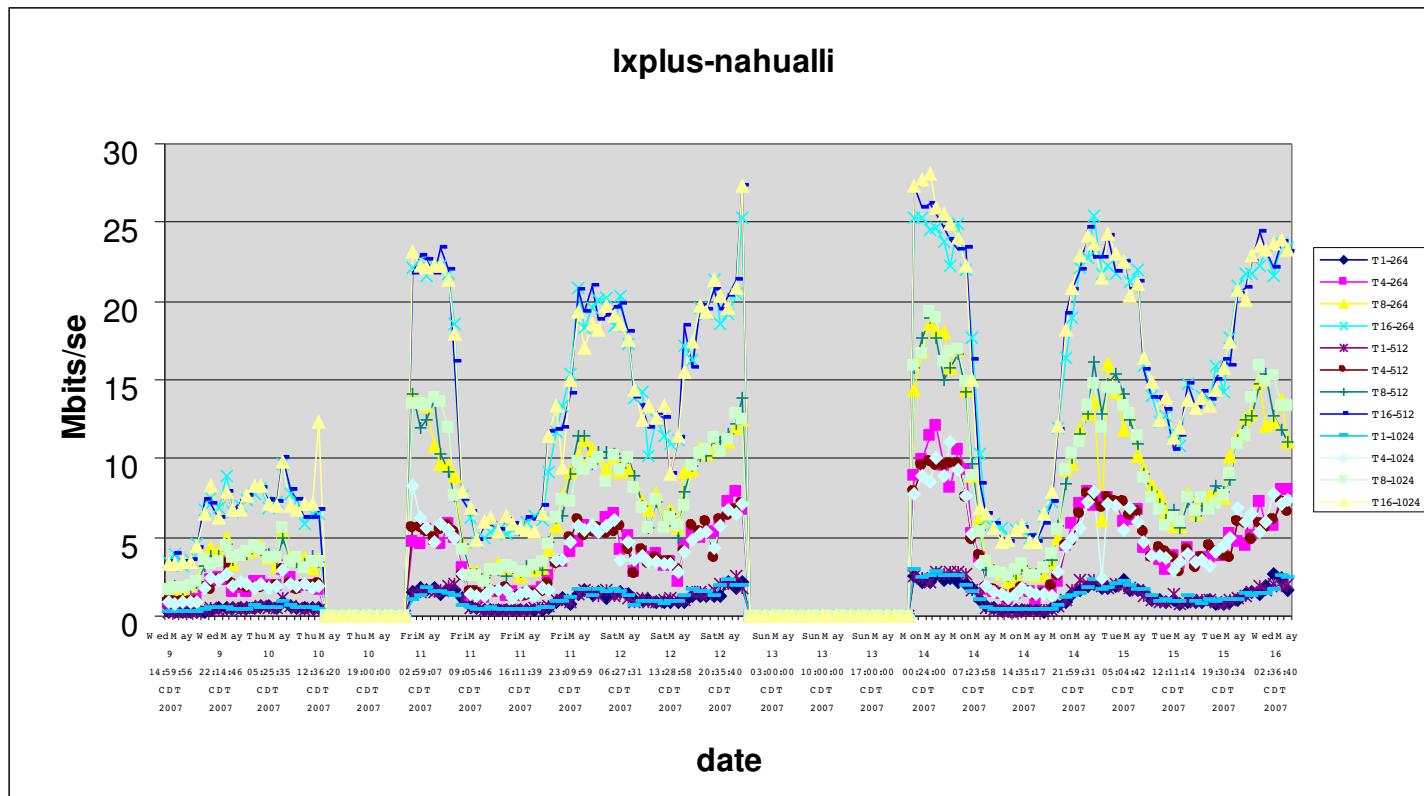
Esta gráfica muestra que en los días festivos la red se comporta como en los fines de semana y el bajo rendimiento se presenta los días laborales con el menor rendimiento cerca de las 13 horas.



CERN-ICN, 10 de mayo dia festivo, 11 laboral, 12 fin de semana, 13 no hubo muestreo, 14 laboral, 15 festivo y 16 laboral.

Máximo BW:28.1 Mbits/sec

Mínimo BW :0.22 Mbits/sec



El primer espacio sin datos corresponde al día martes 10 de mayo donde expiró el token AFS en Ixplus.  
 Esta gráfica presenta las fechas en el horario de México.

Nuevamente el BW cae durante el día los días 11, 14 y un poco el día 15.

## Ruteo

Los datos siguen caminos distintos dependiendo de la dirección, las rutas ICN-CERN y CERN-ICN siempre fueron las mismas en las diferentes pruebas.

En dirección ICN-CERN el camino es el siguiente:

```
132.247.250.190
132.247.251.5
132.247.251.193
132.247.251.202
132.247.255.221
mexico7200-unam.core.cudi.edu.mx (200.23.60.193)
gdl-mexico7200.core.cudi.edu.mx (200.23.60.226)
tijuana-gdl.core.cudi.edu.mx (200.23.60.241)
nrl-1-is-jmb-776.sttlwa.pacificwave.net (207.231.241.14)
denv-seat-58.layer3.nlr.net (216.24.186.6)
chic-denv-36.layer3.nlr.net (216.24.186.4)
216.24.184.22 (216.24.184.22)
e513-e-rci76-2-te8.cern.ch (192.91.246.110)
e513-e-rci76-1-ne1.cern.ch
```

En dirección CERN-ICN:

```
b513-c-rfte6-1-ip27 (137.138.4.1)
b513-b-rfte6-2-rb16 (194.12.132.61)
g513-e-rci76-1-pg2 (194.12.144.41)
g513-e-rci76-1-pg1 (194.12.144.9)
g513-e-rci76-1-fe1 (192.65.184.165)
e513-e-rci76-1-pe1 (192.65.184.161)
e513-e-rci76-2-ne1 (192.65.184.54)
fe-0-3-0.400.ar3.ZRH1.gblx.net (208.48.236.117)
ge2-1-10G.ar4.LAX1.gblx.net (67.17.95.214)
64.213.78.26 (64.213.78.26)
bb-mex-nextengo-25-pos-13-0.uninet.net.mx (200.38.132.26)
* * *
wan-st1-0307-0009.uninet.net.mx (200.79.4.141)
132.247.251.233 (132.247.251.233)
132.247.251.194 (132.247.251.194)
132.247.251.6 (132.247.251.6)
nahualli.nucleares.unam.mx (132.248.29.50)
```

Es importante hacer notar que el tráfico en dirección CERN-ICN no utiliza la red de Internet 2.

## Conclusiones

Para cada parámetro observado en las pruebas podemos concluir lo siguiente:

- Tamaño de la ventana TCP

La modificación de la ventana TCP no influye de ninguna manera en el rendimiento del BW, al menos en la forma como se utilizó: Modificando el tamaño de los buffers en un nodo y utilizando el autotunning en el otro. Para confirmar definitivamente si el tamaño de la ventana influye habría que realizar pruebas modificando los buffers o utilizar un kernel (de preferencia mayor al 2.6.17) con autotunning en ambos nodos.

- Número de hilos (threads) por conexión.

Este es uno de los factores importantes que ayudan a mejorar la transferencia de datos. Con una cantidad mayor a 4 hilos se obtiene buen rendimiento siempre y cuando el no haya demasiado tráfico en la red.

- Tipo de día (laboral, fin de semana, festivo).

Este factor es particular de las redes de la UNAM ya que el rendimiento se ve seriamente afectado en los días y horas laborales, siendo que el punto crítico se alcanza cerca del medio día donde el rendimiento puede ser tan bajo como 0.02MB/sec. El mejor rendimiento se alcanza durante la noche en México, los fines de semana y días festivos, llegando hasta un máximo de 28.1 Mbits/sec.

- Ruteo de los datos

Se puede observar que el ruteo es de forma asimétrica, es decir, en dirección ICN-CERN hace uso de las redes académicas de alta velocidad (Internet 2) y en dirección CERN-ICN hace uso del Internet público el cual combinado con al día y hora disminuye drásticamente el BW disponible.

## Propuestas

Solicitar un ruteo simétrico haciendo que el tráfico hacia el ICN haga uso del Internet2.

Solicitar que se reserve un ancho de banda de  $\zeta$  Mbits/sec para las aplicaciones de ALICE del ICN.