



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

## TP 2: Rutas en Internet

---

Teoría de las Comunicaciones  
Segundo Cuatrimestre de 2016

| Integrante        | LU     | Correo electrónico         |
|-------------------|--------|----------------------------|
| Axel Straminsky   | 769/11 | axelstraminsky@gmail.com   |
| Jorge Quintana    |        |                            |
| Florencia Zanollo | 934/11 | florenciazanollo@gmail.com |
| Luis Toffoletti   | 827/11 | luis.toffoletti@gmail.com  |



# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introducción</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>2. Desarrollo</b>                          | <b>3</b>  |
| <b>3. Resultados</b>                          | <b>4</b>  |
| 3.1. Universidad de San Petersburgo . . . . . | 4         |
| 3.2. Universidad de Pekín . . . . .           | 6         |
| 3.3. Universidad de Helsinki . . . . .        | 8         |
| 3.4. Universidad de Sudáfrica . . . . .       | 10        |
| <b>4. Referencias</b>                         | <b>12</b> |

## 1. Introducción

El objetivo de este trabajo práctico es implementar nuestra propia versión de la herramienta *traceroute*, y de esta manera estimar los enlaces tanto continentales como intercontinentales (submarinos) hacia distintas universidades del mundo. Además, analizamos posibles outliers[1] y anomalías[2] en la ruta estimada.

## 2. Desarrollo

Para implementar la herramienta utilizamos la biblioteca *Scapy*. Utilizamos TTLs incrementales hasta un máximo de 30, por cada valor de TTL enviamos un paquete ICMP hacia el host destino, y chequeamos si algún host nos envía una respuesta del tipo *Time Exceeded*.

Si un host nos envía una respuesta del tipo *Time Exceeded*, quiere decir que se trata de un host intermedio (hop), y lo agregamos a la ruta estimada.

Si el paquete respuesta es del tipo *Echo Reply*, significa que llegamos al host destino.

En ambos casos calculamos el RTT (Round Trip Time) del paquete enviado. Esto se realiza varias veces por cada TTL (en lo que llamamos *ráfagas*), para de esta manera poder estimar un RTT promedio para cada hop.

Si obtuvimos una respuesta en una o más ráfagas, calculamos el  $\Delta RTT$ , que se define como

$$\Delta RTT_i = RTT_i - RTT_{i-1}$$

donde  $RTT_i$  es el  $RTT$  promediado de todas las ráfagas enviadas hacia un hop, salvo para el caso de  $i = 1$ , que se define como  $\Delta RTT_1 = RTT_1$ .

Utilizamos un web service de geolocalización[3] para estimar el país, ciudad, latitud y longitud del hop, con el fin de ubicarlos en un mapa. Para calcular el desvío estándar de los RTT obtenidos en cada ráfaga, utilizamos la función *std* de la biblioteca *numpy*. Finalmente calculamos el  $ZRTT$  para cada hop, el cual se define como  $ZRTT_i = \frac{\Delta RTT_i - \overline{\Delta RTT}}{STD}$

Para detectar si hubo outliers utilizamos el método de Cimbala [1], el cual consiste en ver si se cumple la inecuación  $|\Delta RTT_i - \overline{\Delta RTT}| > \tau * STD$ , donde  $\tau$  es la *tau modificada de Thompson*[4]. En caso de cumplirse, el hop se considera un outlier y se lo remueve de la lista de hops para las subsiguientes iteraciones. Este proceso se repite hasta que: 1) no queden mas hops en la lista (son todos outliers), ó 2) no se encontró ningún outlier en una iteración en particular, en cuyo caso se termina de evaluar. Notar que en cada iteración del algoritmo se deben volver a calcular  $\overline{\Delta RTT}$  y  $STD$ , ya que al haber encontrado un outlier y haberlo removido de la lista, ambos valores cambian.

Las Universidades que elegimos para la experimentación son las siguientes:

1. Universidad de San Petersburgo: english.spbu.ru
2. Universidad de Pekín: english.pku.edu.cn
3. Universidad de Helsinki: www.helsinki.fi
4. Universidad de Sudáfrica: www.unisa.ac.za

### 3. Resultados

A continuación se detalla la información obtenida de las mediciones con cada universidad elegida.

#### 3.1. Universidad de San Petersburgo

Resultados obtenidos en el monitoreo:

| Hop | IP              | RTT promedio (s) | deltaRTT promedio | Ubicacion                |
|-----|-----------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| 1   | 192.168.11.1    | 0.00773384835985 | 0.00773384835985  | Argentina, Buenos Aires  |
| 2   | 10.21.128.1     | 0.12322970799    | 0.115495859631    | Argentina, Buenos Aires  |
| 3   | 10.242.0.201    | 0.0379023551941  | 0                 | Argentina, Buenos Aires  |
| 4   | 200.63.150.242  | 0.16964647505    | 0.131744119856    | Argentina                |
| 5   | 200.63.150.241  | 0.0638248622417  | 0                 | Argentina                |
| 6   | 200.51.208.62   | 0.0236063798269  | 0                 | Argentina, Buenos Aires  |
| 7   | 213.140.39.118  | 0.124509599474   | 0.100903219647    | Spain                    |
| 8   | 5.53.5.62       | 0.208739678065   | 0.0842300785912   | Spain                    |
| 9   | 94.142.125.165  | 0.151147206624   | 0                 | Spain                    |
| 10  | 4.69.158.245    | 0.508760134379   | 0.357612927755    | United States            |
| 11  | 4.69.158.245    | 0.43449666765    | 0                 | United States            |
| 12  | 213.242.110.114 | 0.528451919556   | 0.0939552519057   | Ireland, Boyle           |
| 13  | 80.64.96.228    | 0.536008971078   | 0.00755705152239  | Russia, Redkino          |
| 14  | 80.64.103.9     | 0.433499839571   | 0                 | Russia, Saint Petersburg |
| 15  | 185.44.12.155   | 0.452484236823   | 0.0189843972524   | Russia                   |
| 16  | 185.44.15.196   | 0.337167978287   | 0                 | Russia                   |

**Paquetes enviados: 145 / Paquetes no respondidos: 14**

**Dos outliers, hops: 10 y 11**

Algo extraño es que según la herramienta de geolocalización los saltos 7 a 9 están ubicados en España, pero sus RTT promedio no varían demasiado de las de Argentina. Para explicar este fenómeno se nos ocurrieron las siguientes hipótesis:

- La herramienta de geolocalización falló y en realidad los host se encuentran en Argentina.
- Según investigamos hay un enlace intercontinental con fibra óptica que va desde Las Toninas hasta Portugal, quizás esta opción es mejor para luego pasar a EEUU.
- Las IPs están registradas en España (corresponden a Telefónica España) pero tienen servidores en Argentina o algún país limítrofe.

A falta de más datos preferimos estatutar todas las hipótesis ya que no pudimos terminar de decidirnos por ninguna.

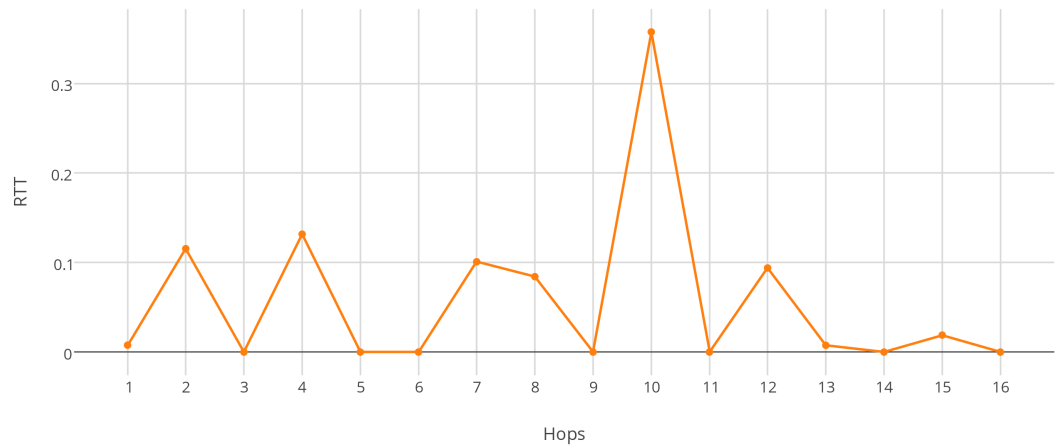
En el hop 10 aumenta el RTT promedio (y es un outlier) ya que es entonces en donde suponemos viaja hasta Estados Unidos. El hop 11 no varía demasiado respecto al 10 y a pesar de ser un outlier no es un salto importante, no se viaja intercontinentalmente, como en el próximo (el hop 12) en el cual se llega hasta Irlanda.

Después de ese salto los RTT se mantienen entre sí, ninguno se destaca, hasta llegar a destino. Con esto vemos que el método Cimbala en este caso falla al detectar el salto intercontinental.

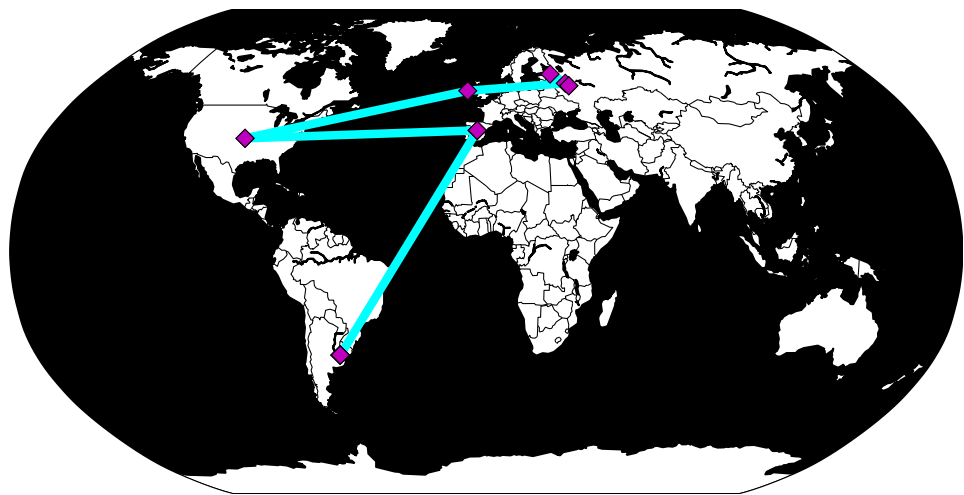
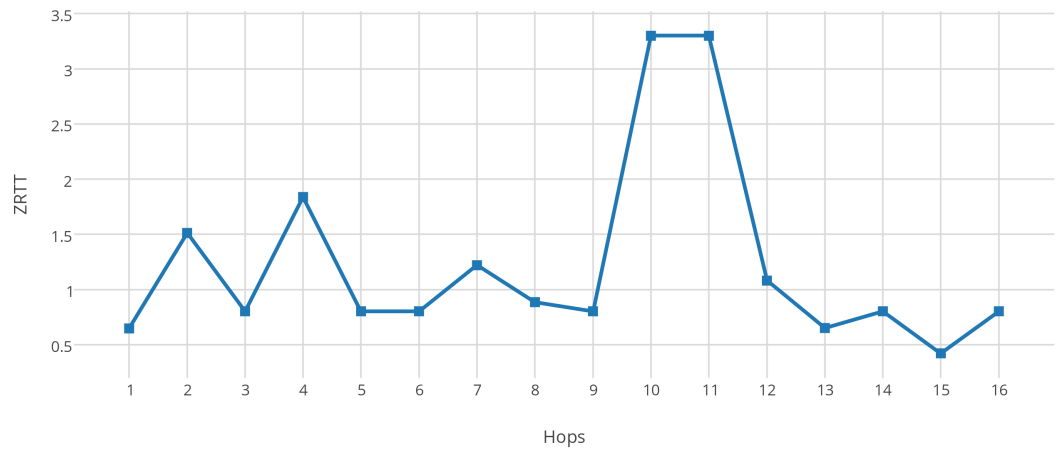
A continuación mostramos un gráfico con los RTT entre saltos y otro con los ZRTT<sup>1</sup> entre saltos. También así el planisferio con los saltos graficados.

<sup>1</sup>ZRTT =  $(X_i - \bar{X})/S$

RTTs relativos por hop - Universidad de San Petersburgo - english.spbu.ru



ZRTTs por Hop - Universidad de San Petersburgo - english.spbu.ru



### 3.2. Universidad de Pekín

Resultados obtenidos en el monitoreo:

| Hop | IP              | RTT promedio (s) | deltaRTT promedio | Ubicacion                  |
|-----|-----------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| 1   | 192.168.11.1    | 0.01142361429    | 0.01142361429     | Argentina, Buenos Aires    |
| 2   | 10.21.128.1     | 0.0283621417152  | 0.0169385274251   | Argentina, Buenos Aires    |
| 3   | 10.242.0.201    | 0.0378749105665  | 0.00951276885139  | Argentina, Buenos Aires    |
| 4   | 195.22.220.33   | 0.0143795543247  | 0                 | Italy                      |
| 5   | 195.22.220.32   | 0.292960882187   | 0.278581327862    | Italy                      |
| 6   | 89.221.41.171   | 0.152727180057   | 0                 | Italy                      |
| 7   | 89.221.41.171   | 0.156960460875   | 0.00423328081767  | Italy                      |
| 8   | 154.54.9.17     | 0.202791770299   | 0.0458313094245   | United States              |
| 9   | 154.54.80.41    | 0.21254154614    | 0.00974977584112  | United States              |
| 10  | 66.28.4.237     | 0.168935351902   | 0                 | United States, Pasadena    |
| 11  | 154.54.29.222   | 0.251122385263   | 0.0821870333619   | United States              |
| 12  | 154.54.42.77    | 0.316137870153   | 0.0650154848893   | United States              |
| 13  | 154.54.45.162   | 0.327892038557   | 0.0117541684045   | United States              |
| 14  | 154.54.45.2     | 0.255609459347   | 0                 | United States              |
| 15  | 38.88.196.186   | 0.270633061727   | 0.0150236023797   | United States, Los Angeles |
| 16  | 101.4.117.169   | 0.435372935401   | 0.164739873674    | China, Beijing             |
| 17  | 101.4.117.97    | 0.467933893204   | 0.0325609578027   | China, Beijing             |
| 18  | 101.4.112.105   | 0.437322590086   | 0                 | China, Beijing             |
| 19  | 101.4.118.94    | 0.43985332383    | 0.0025307337443   | China, Beijing             |
| 20  | 101.4.112.90    | 0.435603486167   | 0                 | China, Beijing             |
| 21  | 101.4.117.81    | 0.413042836719   | 0                 | China, Beijing             |
| 22  | 202.112.41.178  | 0.405184189479   | 0                 | China, Shanghai            |
| 23  | 202.112.41.182  | 0.394645796882   | 0                 | China, Shanghai            |
| 24  | 162.105.252.133 | 0.488684309853   | 0.0940385129717   | China, Beijing             |

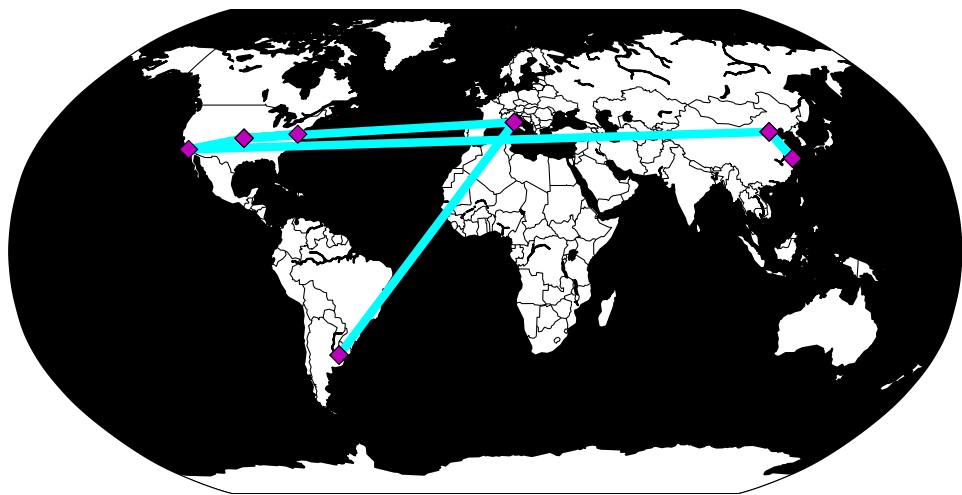
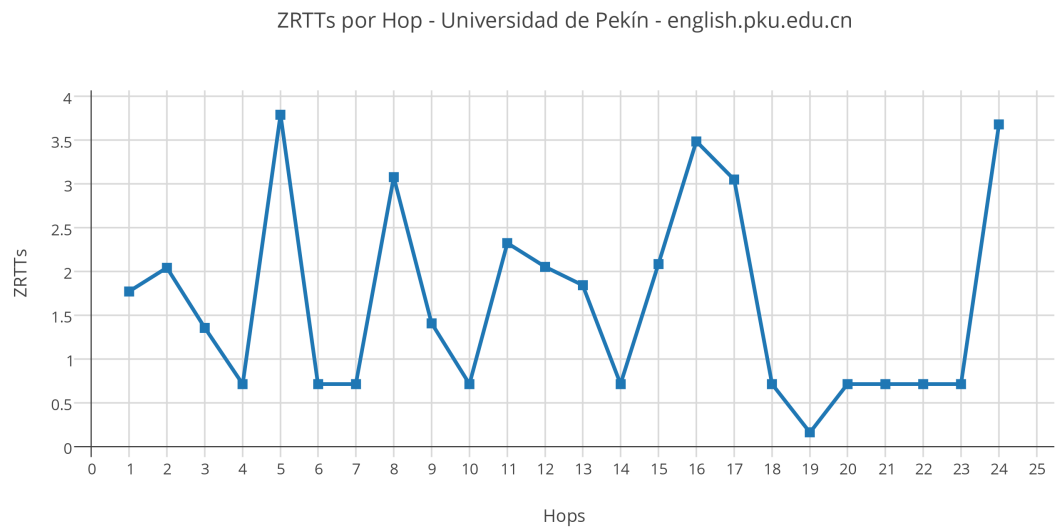
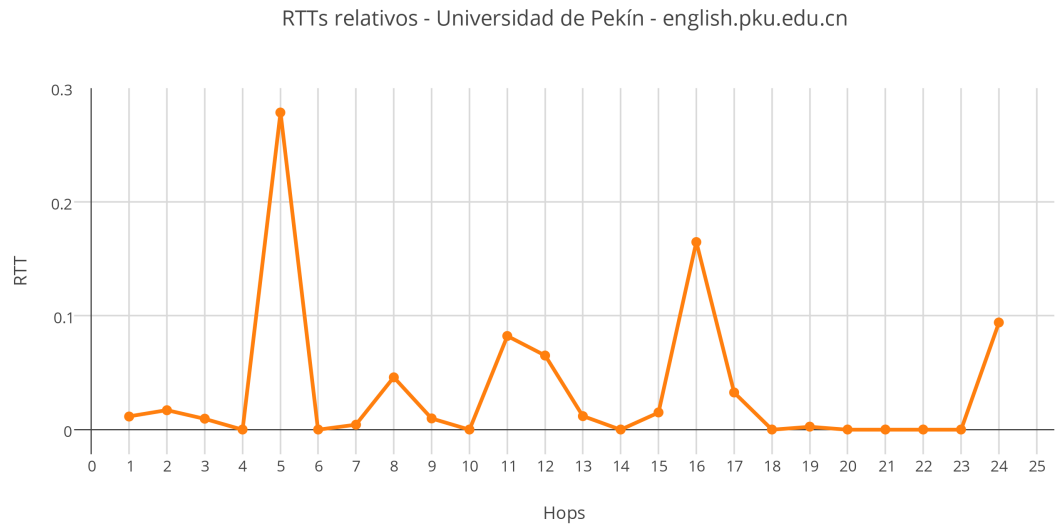
**Paquetes enviados: 261 / Paquetes no respondidos: 48**

**Ocho outliers, hops: 5, 8, 11, 12, 15, 16, 17 y 24**

[MEJORAR ESTE ANALISIS] fruta en el salto 4, el salto 5 puede ser italia? puede ser, es un outlier fijarse salto a EEUU en el 8, notorio, de hecho tmb es outlier 11 y 12 outliers no se que carajo, 15 tmp 16 salto intercont. a china. ya llegamos a la china? outlier cimbala tenía razón 17 outlier pero seguimos en china 24 outlier, decir algo como que puede ser que el firewall del Tibet nos chequee el paquete (?)

A continuación mostramos un gráfico con los RTT entre saltos y otro con los ZRTT<sup>2</sup> entre saltos. También así el planisferio con los saltos graficados.

<sup>2</sup>ZRTT =  $(X_i - \bar{X})/S$



### 3.3. Universidad de Helsinki

Resultados obtenidos en el monitoreo:

| Hop | IP              | RTT promedio (s) | deltaRTT promedio | Ubicacion               |
|-----|-----------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| 1   | 192.168.11.1    | 0.00855394067435 | 0.00855394067435  | Argentina, Buenos Aires |
| 2   | 10.21.128.1     | 0.0251533985138  | 0.0165994578394   | Argentina, Buenos Aires |
| 3   | 10.242.0.201    | 0.0335501884592  | 0.00839678994541  | Argentina, Buenos Aires |
| 4   | 195.22.220.33   | 0.111475969183   | 0.0779257807238   | Italy                   |
| 5   | 195.22.220.32   | 0.0291205603501  | 0                 | Italy                   |
| 6   | 195.22.209.63   | 0.420580705007   | 0.391460144657    | Italy                   |
| 7   | 109.105.97.126  | 0.350225415723   | 0                 | Sweden                  |
| 8   | 109.105.102.102 | 0.439397325516   | 0.0891719097927   | Sweden                  |
| 9   | 109.105.102.103 | 0.375486603805   | 0                 | Sweden                  |
| 10  | 193.167.253.9   | 0.341898778389   | 0                 | Finland                 |
| 11  | 128.214.173.242 | 0.364326817649   | 0.0224280392595   | Finland, Helsinki       |
| 12  | 128.214.173.10  | 0.379979684435   | 0.0156528667863   | Finland, Helsinki       |
| 13  | 128.214.189.85  | 0.350840091705   | 0                 | Finland, Helsinki       |
| 14  | 128.214.189.90  | 0.298919916153   | 0                 | Finland, Helsinki       |

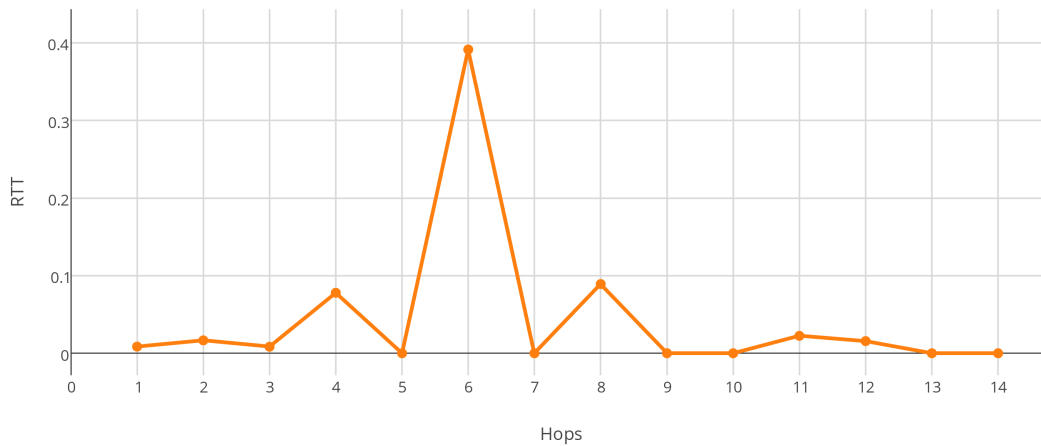
**Paquetes enviados: 407 / Paquetes no respondidos: 37**

**Tres outliers, hops: 4, 6 y 8**

[INSERTE ANÁLISIS AQUÍ]

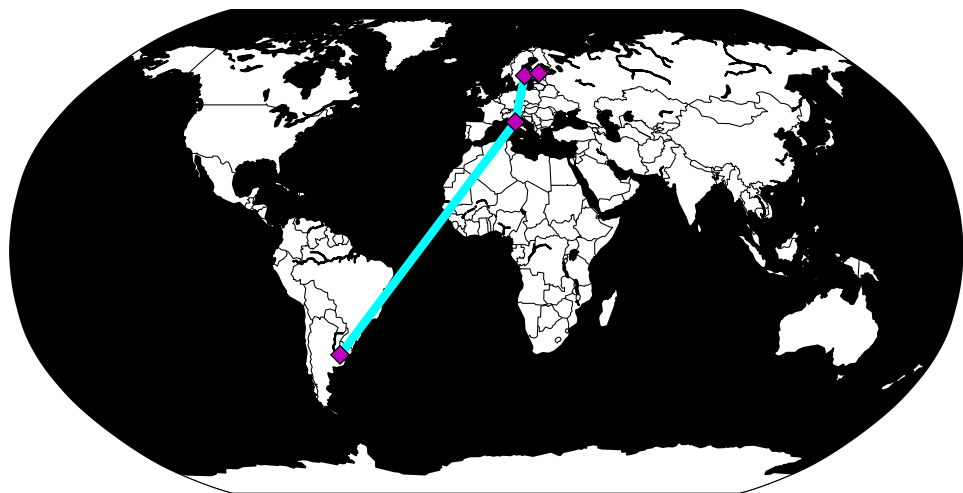
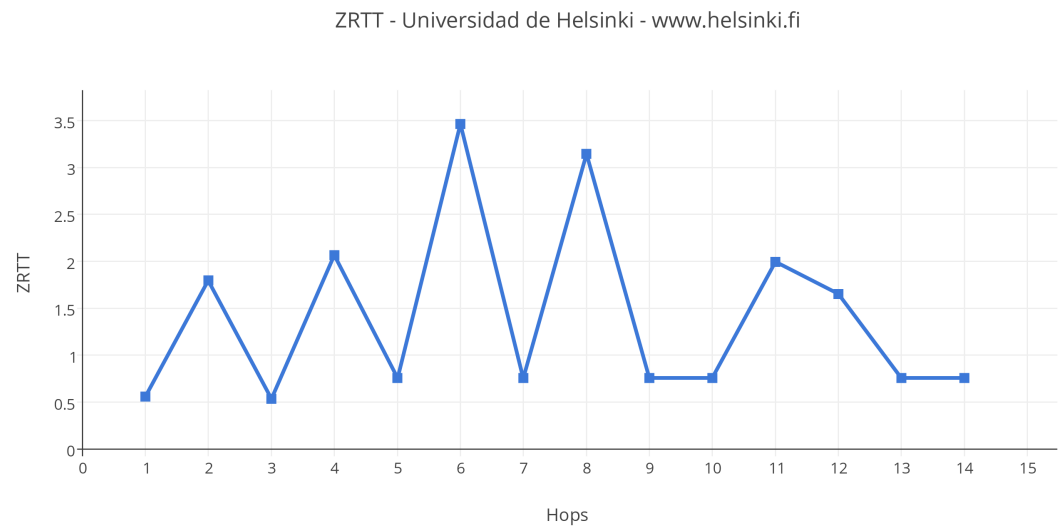
A continuación mostramos un gráfico con los RTT entre saltos y otro con los ZRTT<sup>3</sup> entre saltos. También así el planisferio con los saltos graficados.

RTTs relativos por hop - Universidad de Helsinki - [www.helsinki.fi](http://www.helsinki.fi)



<sup>3</sup>ZRTT =  $(X_i - \bar{X})/S$





### 3.4. Universidad de Sudáfrica

Resultados obtenidos en el monitoreo:

| Hop | IP             | RTT promedio (s) | deltaRTT promedio | Ubicacion               |
|-----|----------------|------------------|-------------------|-------------------------|
| 1   | 192.168.11.1   | 0.036195486784   | 0.036195486784    | Argentina, Buenos Aires |
| 2   | 10.21.128.1    | 0.0287009345161  | 0                 | Argentina, Buenos Aires |
| 3   | 10.242.0.201   | 0.0208110279507  | 0                 | Argentina, Buenos Aires |
| 4   | 195.22.220.33  | 0.0370948844486  | 0.0162838564979   | Italy                   |
| 5   | 195.22.220.32  | 0.0174778037601  | 0                 | Italy                   |
| 6   | 89.221.41.161  | 0.160081068675   | 0.142603264915    | Italy                   |
| 7   | 89.221.41.161  | 0.163129276699   | 0.00304820802477  | Italy                   |
| 8   | 154.54.9.17    | 0.190731287003   | 0.0276020103031   | United States           |
| 9   | 154.54.80.41   | 0.224752515554   | 0.0340212285519   | United States           |
| 10  | 154.54.24.193  | 0.195831418037   | 0                 | United States           |
| 11  | 154.54.7.157   | 0.393865823746   | 0.198034405708    | United States           |
| 12  | 154.54.40.105  | 0.221145732062   | 0                 | United States           |
| 13  | 154.54.30.186  | 0.423709481955   | 0.202563749892    | United States           |
| 14  | 154.54.57.154  | 0.467435015572   | 0.0437255336179   | United States           |
| 15  | 154.54.56.238  | 0.49922773242    | 0.0317927168475   | United States           |
| 16  | 149.14.80.210  | 0.425589534971   | 0                 | United States           |
| 17  | 196.32.209.174 | 0.613329648972   | 0.187740114       | South Africa            |
| 18  | 155.232.6.65   | 0.620955139399   | 0.00762549042702  | South Africa, Wynberg   |
| 19  | 155.232.6.37   | 0.684588134289   | 0.0636329948902   | South Africa, Wynberg   |
| 20  | 155.232.6.33   | 0.669921023505   | 0                 | South Africa, Wynberg   |
| 21  | 155.232.6.142  | 0.567005528344   | 0                 | South Africa, Wynberg   |
| 22  | 155.232.6.145  | 0.656073161534   | 0.0890676331899   | South Africa, Wynberg   |
| 23  | 155.232.6.138  | 0.661426544189   | 0.00535338265555  | South Africa, Wynberg   |

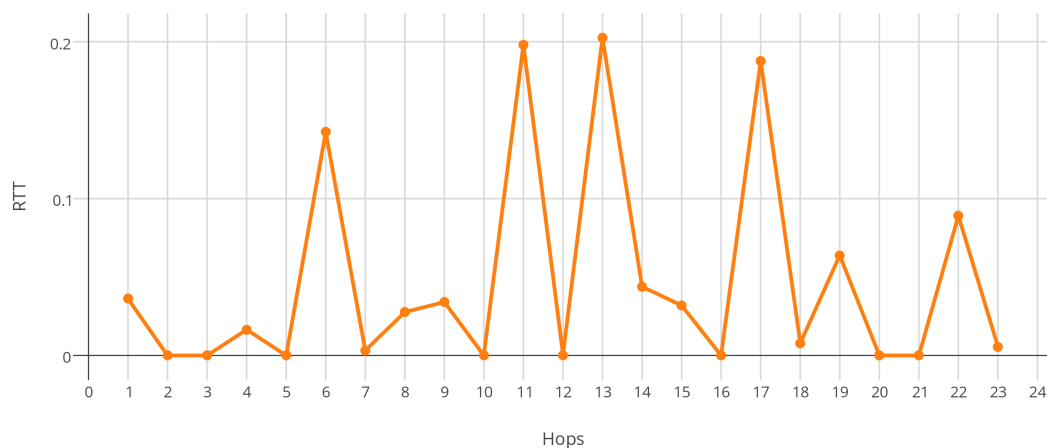
**Paquetes enviados: 261 / Paquetes no respondidos: 70**

**Seis outliers, hops: 6, 7, 11, 13, 17 y 19**

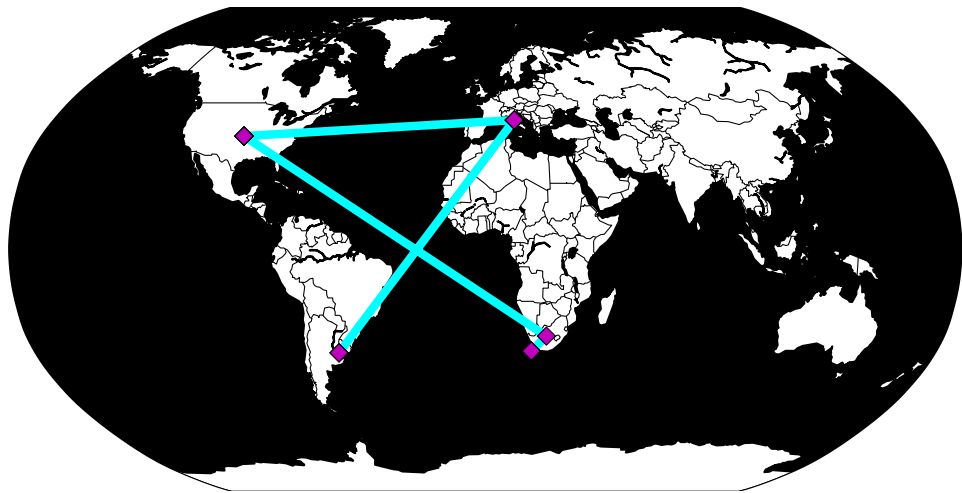
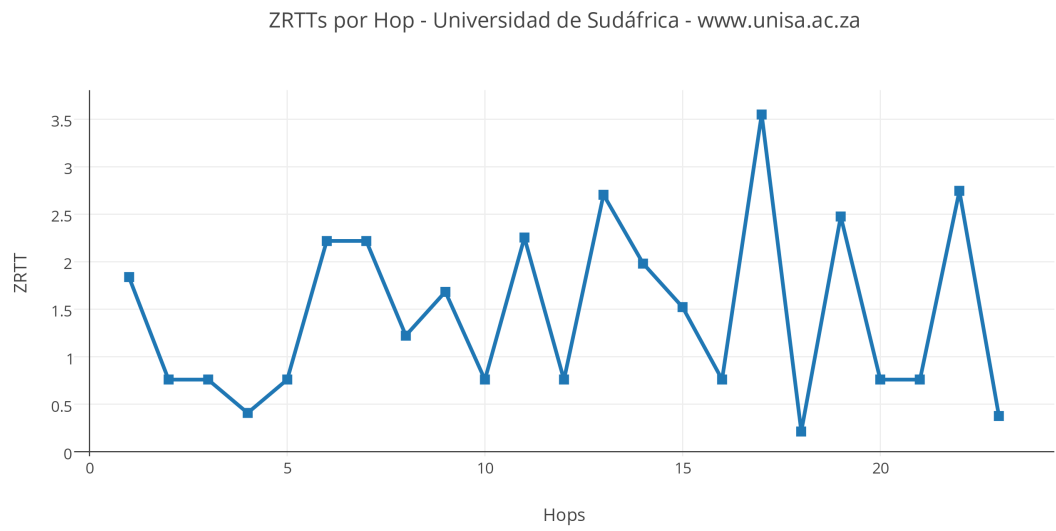
[INSERTE ANÁLISIS AQUÍ]

A continuación mostramos un gráfico con los RTT entre saltos y otro con los ZRTT<sup>4</sup> entre saltos. También así el planisferio con los saltos graficados.

RTTs relativos por Hop - Universidad de Sudáfrica - [www.unisa.ac.za](http://www.unisa.ac.za)



<sup>4</sup>ZRTT =  $(X_i - \bar{X})/S$



## 4. Referencias

1. <http://www.mne.psu.edu/cimbala/me345/Lectures/Outliers.pdf>
2. [https://www.net.in.tum.de/fileadmin/TUM/NET/NET-2012-08-1/NET-2012-08-1\\_02.pdf](https://www.net.in.tum.de/fileadmin/TUM/NET/NET-2012-08-1/NET-2012-08-1_02.pdf)
3. <http://freegeoip.net/json/>
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Outlier#Modified\\_Thompson\\_Tau\\_test](https://en.wikipedia.org/wiki/Outlier#Modified_Thompson_Tau_test)