DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

# Trabajo Práctico: Rutas en Internet

20 de Octubre de 2019 — Teoría de las Comunicaciones


| Integrante | LU | Correo electrónico |
|---|---|---|
| Sebastián Fernández Ledesma | 392/06 | sfernandezledesma@gmail.com |
| Sebastián Garbi | 179/05 | garbyseba@gmail.com |
| Durán, Alejandro | 286/05 | alejandrofduran@gmail.com |





**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**
Universidad de Buenos Aires
Ciudad Universitaria - Pabellón I
Intendente Güiraldes 2160 - C1428EGA
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina
Tel/Fax: (54 11) 4576-3359
http://exactas.uba.ar

# Índice

# 1. Introducción

En este trabajo analizaremos rutas en internet con la intención de hallar enlaces intercontinentales. Para ello implementaremos una herramienta similar a **traceroute** y experimentaremos con ella analizando las rutas a distintas universidades de otros continentes, y estimaremos cuáles enlaces son intercontinentales basándonos en el algoritmo propuesto por Cimbala[1].

# 2. Métodos

## 2.1. Análisis general de una ruta

El análisis de ruta consiste en utilizar los mensajes *TimeExceeded* de respuesta de los routers intermedios para encontrar los saltos de una ruta hacia el destino que buscamos.
El mecanismo consiste en enviar paquetes **ICMP** *EchoRequest* con **TTL** desde 1 a un número máximo hasta encontrar el host de destino. De este modo con **TTL** = 1 el primer router que lo agarre decrementará el **TTL** y al ser 0 lo descartará enviando el *TimeExceeded* correspondiente con la IP del router que lo decrementó. De esta manera, armaremos la ruta, incrementando el TTL hasta que la ip que responda sea el destino original o se alcance el máximo TTL.
Cabe aclarar que ésta metodología es una heurística ya que los envíos con distinto **TTL** son independientes unos de otros y podrían llegar a tomar caminos distintos y generar links entre routers inexistentes[2].

Algunos problemas con los que nos encontramos utilizando este método, es que no todos los routers responden las *EchoRequest* por cuestiones de seguridad, dejando varios saltos desconocidos en la ruta. Modificamos en mecanismo para que cuando no obtenga una respuesta a la peticion **ICMP** envíe una nueva petición utilizando *UDP* con puerto 53, y de esta manera pudimos mejorar bastante la cantidad de nodos que responden.

## 2.2. Detección de enlaces intercontinentales

Para la estimación de los enlaces intercontinentales, nuestra herramienta se vale de repetir una cantidad n de traceroutes (que a su vez se valen del programa scapy para hacer los pings y obtener las respuestas), y de promediar las restas de RTT entre saltos de TTL contiguo (esto es equivalente a promediar los RTT para cada TTL y luego hacer las restas correspondientes). Las rutas con las que experimentamos resultaron ser muy estables, las pocas veces que se toma una ruta alternativa se descartan por ser despreciables (pidiendo una cota de mediciones mínimas para ser consideradas). Luego, usando el método de Cimbala[1] con una modificación (que detallaremos luego), se buscan outliers de estos valores, que serán los saltos intercontinentales estimados.

Inicialmente, experimentamos con todos los tiempos entre saltos y usando el método original de Cimbala, pero rápidamente hallamos que había serios problemas tanto en las mediciones como en el método de búsqueda de outliers:

- Por un lado, encontramos anomalías[2] en los RTT de cada salto, esto es, el RTT de un salto con TTL $i$ era mayor que el de TTL $i + 1$, lo cual incluso al promediar terminaba dando un valor negativo. Esta anomalía puede deberse a que los caminos de regreso entre un router y el siguiente pueden ser diferentes, y por lo tanto ser el segundo más rápido que el primero, dando resultados inconsistentes. Como este tipo de valores no son válidos, decidimos no considerarlos.
- El segundo problema es la enorme cantidad de falsos positivos, algunos absurdos, como tiempos entre routers de un milisegundo. La causa de ésto es múltiple:
    - El método de Cimbala busca outliers *en general*, y los candidatos serán siempre los máximos o los mínimos de la muestra. Pero nosotros sabemos que un mínimo no tiene sentido que sea un enlace intercontinental.

[1] `http://www.mne.psu.edu/cimbala/me345/Lectures/Outliers.pdf`
[2] `http://www.net.in.tum.de/fileadmin/TUM/NET/NET-2012-08-1/NET-2012-08-1_02.pdf`

- La varianza es muy alta, y el método de Cimbala va sacando de a un outlier y recalculando la media y el desvío estandar para la muestra sin el outlier, pero incluso sacando los enlaces intercontinentales, la varianza es tal que se siguen hallando outliers que claramente no son lo que buscamos (con valores por ejemplo de 29 ms).

Para resolver ambos problemas usamos la siguiente heurística: los candidatos a outliers deben a su vez ser mayores que la **media total** de *todos* los tiempos entre los nodos. Experimentalmente vimos que la heurística funciona muy bien, ya que los enlaces intercontinentales tienen tiempos muy mayores al resto, y siempre están por encima de la media total.

# 3. Resultados

## 3.1. Italia (Sant'Anna School of Advanced Studies)

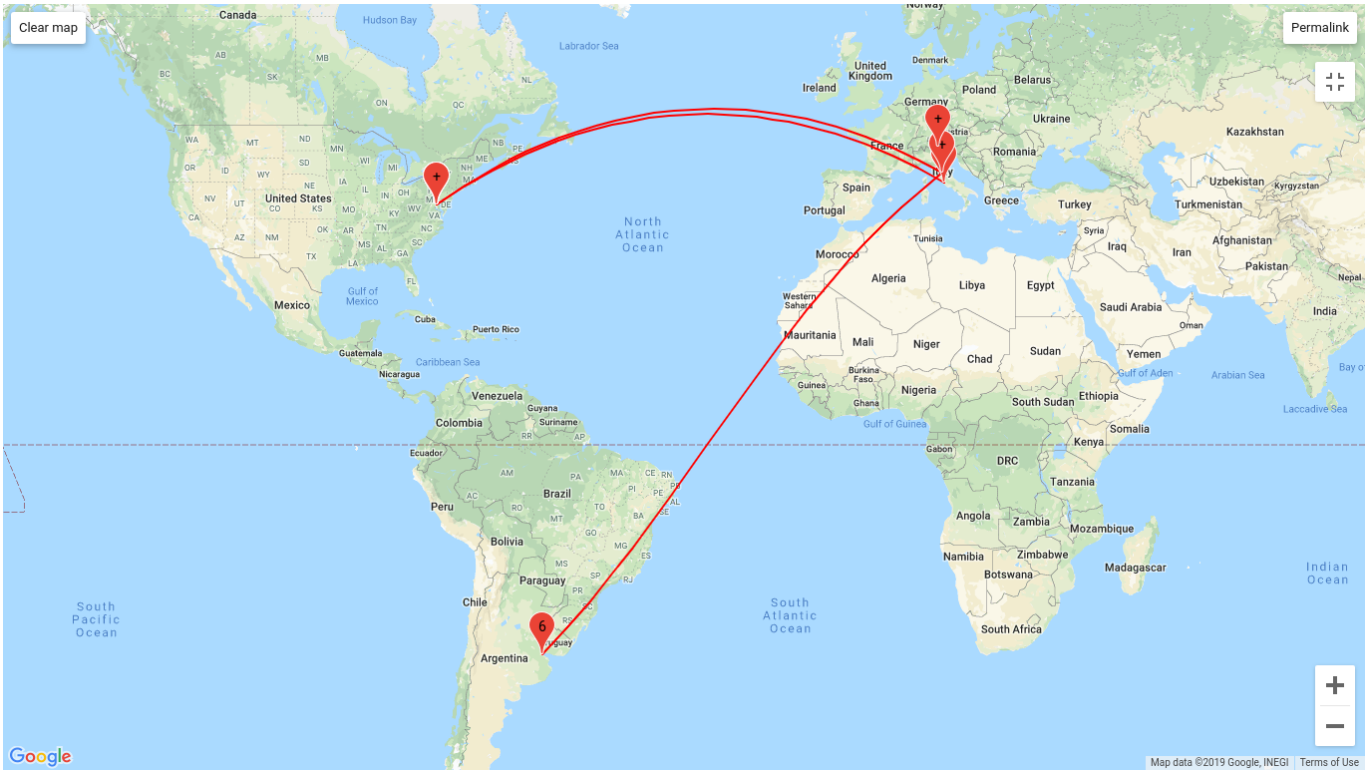
### 3.1.1. Información de la ruta promedio

Notar que según la geolocalización, se va hasta Italia, luego a Estados Unidos, y se vuelve a Europa. Hablaremos de esta anomalía en el análisis de los gráficos de la ruta en el planisferio.

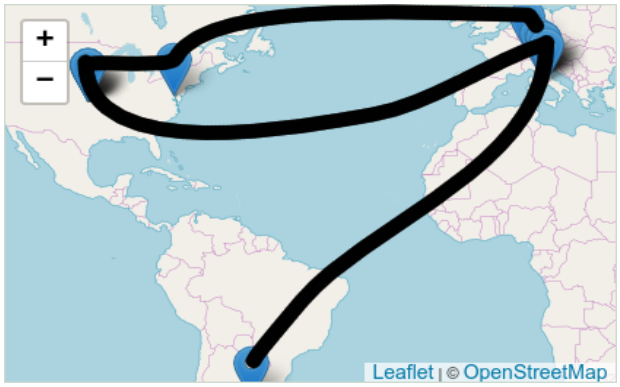
| TTL | RUTA | $\overline{RTT}$ | $\overline{RTT_i} - \overline{RTT_{i-1}}$ | PAÍS |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 192.168.0.1 | 80,00 | 80,00 | IP privada (Red Privada) |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | 200.89.165.250 | 87,60 | 87,60 | Argentina |
| 7 | 185.70.203.32 | 76,70 | -10,90 | Italia |
| 8 | 89.221.41.181 | 211,40 | 134,70 | Italia |
| 9 | 154.54.9.17 | 187,00 | -24,40 | Estado Unidos |
| 10 | 154.54.47.17 | 180,50 | -6,50 | Estado Unidos |
| 11 | 154.54.24.145 | 208,40 | 27,90 | Estado Unidos |
| 12 | 154.54.7.157 | 205,80 | -2,60 | Estado Unidos |
| 13 | 154.54.40.105 | 217,40 | 11,60 | Estado Unidos |
| 14 | 66.28.4.198 | 295,90 | 78,50 | Francia |
| 15 | 130.117.49.154 | 312,70 | 16,80 | Francia |
| 16 | 130.117.1.42 | 307,50 | -5,20 | Italia |
| 17 | 154.54.57.65 | 321,60 | 14,10 | Italia |
| 18 | 149.6.22.74 | 306,80 | -14,80 | Italia |
| 19 | 90.147.80.206 | 319,20 | 12,40 | Italia |
| 20 | 193.206.136.46 | 311,10 | -8,10 | Italia |
| 21 | 193.205.80.112 | 321,50 | 10,40 | Italia |

### 3.1.2. Mapeo de la ruta en el planisferio

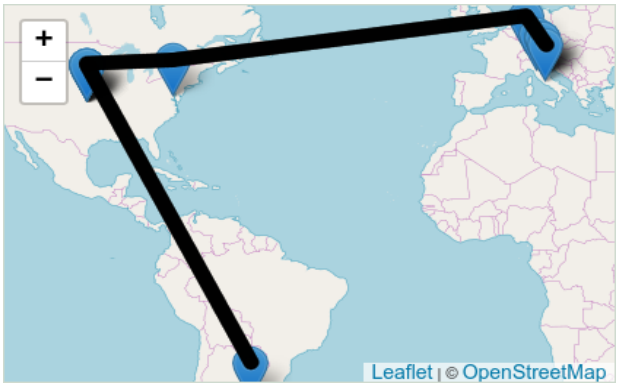
Aquí encontramos dificultades con las páginas que geolocalizan direcciones IP. Para empezar, no siempre se detectan las mismas localizaciones para la misma IP, pero aún más grave es que aparentemente algunas IP son localizadas de manera absurda. Por ejemplo, la ruta hacia Italia en obtenida usando `https://stefansundin.github.io/traceroute-mapper/` es la siguiente:




Como se puede observar, para llegar Italia, se llega efectivamente en uno de los saltos, para luego cruzar el Atlántico, pasar por algunos routers en Estados Unidos, y luego cruzar de nuevo hasta Europa. Esto claramente no tiene sentido, ya que se tarda en promedio 134 ms para ir de Argentina a Italia, y aparentemente en un instante se pasa por routers estadounidenses. Nuestra teoría es que las IP están mal asignadas a Italia, quizás porque la empresa dueña de los routers es Telecom Italia. En lugar de la ruta sugerida por la geolocalización, creemos que la más coherente es la que podemos ver a continuación donde se la compara con la original:




(a) Ruta según geolocalización




(b) Probablemente la verdadera ruta

Figura 1: Comparación de rutas posibles

### 3.1.3. Enlaces intercontinentales

Output de la herramienta para 60 mediciones:

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Tiempo entre nodos |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.181 | 149 ms |
| 10 | 11 | 154.54.47.17 | 154.54.24.145 | 30 ms |
| 12 | 13 | 154.54.7.157 | 154.54.40.105 | 3 ms |
| 13 | 14 | 154.54.40.105 | 66.28.4.198 | 74 ms |
| 14 | 15 | 66.28.4.198 | 130.117.49.154 | 21 ms |
| 16 | 17 | 130.117.1.42 | 154.54.57.65 | 10 ms |
| 18 | 19 | 149.6.22.74 | 90.147.80.206 | 9 ms |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 19 | 20 | 90.147.80.206 | 193.206.136.46 | 0 ms |
| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Valor Z |
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.181 | 2.3445537987722576 |
| 10 | 11 | 154.54.47.17 | 154.54.24.145 | −0.1465346124232661 |
| 12 | 13 | 154.54.7.157 | 154.54.40.105 | −0.7117395460558639 |
| 13 | 14 | 154.54.40.105 | 66.28.4.198 | 0.7745400942372637 |
| 14 | 15 | 66.28.4.198 | 130.117.49.154 | −0.3349362569674654 |
| 16 | 17 | 130.117.1.42 | 154.54.57.65 | −0.5652049336325978 |
| 18 | 19 | 149.6.22.74 | 90.147.80.206 | −0.5861384496930644 |
| 19 | 20 | 90.147.80.206 | 193.206.136.46 | −0.7745400942372637 |
| OUTLIERS USANDO CIMBALA: | | | | |
| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Tiempo entre nodos |
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.181 | 149 ms |
| 13 | 14 | 154.54.40.105 | 66.28.4.198 | 74 ms |
| OUTLIERS PARA RESULTADOS NORMALIZADOS: | | | | |
| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Valor Z |
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.181 | 2.3445537987722576 |
| 13 | 14 | 154.54.40.105 | 66.28.4.198 | 0.7745400942372637 |

Como mencionamos antes, sólo consideramos los tiempos entre routers mayores o iguales a cero milisegundos, para no incluir anomalías en los cálculos. También vemos los valores normalizados, que no añaden información y dan los mismos outliers. En este caso, encontramos dos enlaces intercontinentales, uno entre Sudamérica y Estados Unidos, y el otro entre Estados Unidos y Europa.

### 3.1.4. Gráficos de RTT entre saltos

Aquí podemos observar cómo los valores de los dos enlaces intercontinentales están por encima de la media total de los tiempos entre routers, y cómo al pedir que los candidatos a outliers estén por encima, evitamos falsos positivos como el tiempo de 30 ms.

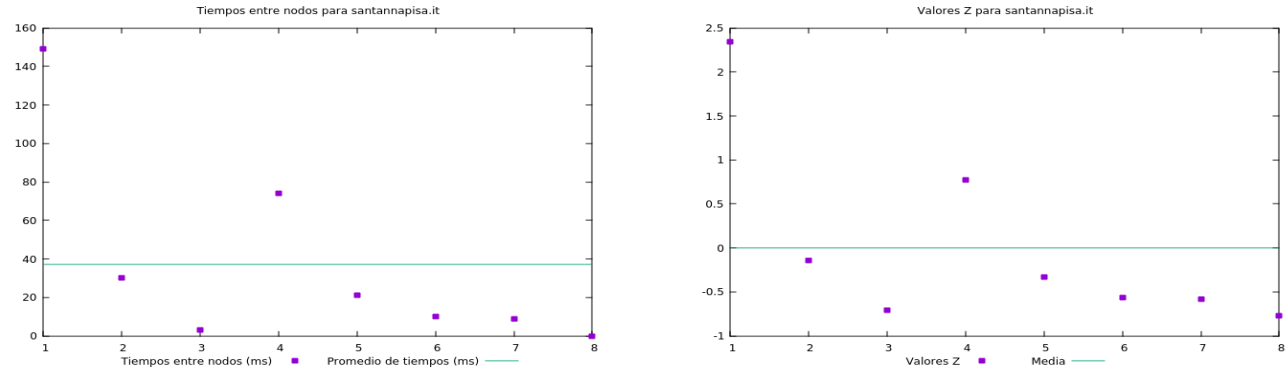



Figura 2: Tiempos promediados entre routers y valores normalizados

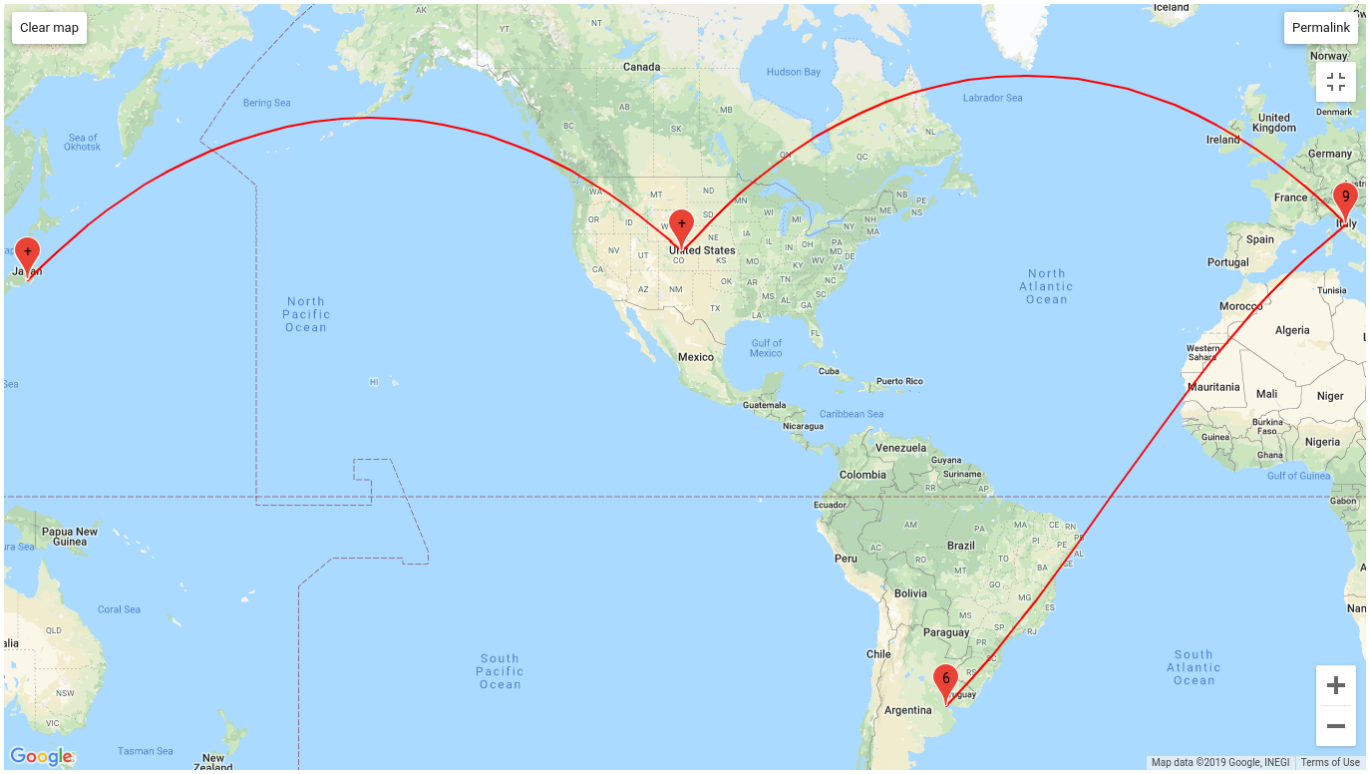
## 3.2. Japón (Aichi Bunkyo University)

### 3.2.1. Información de la ruta promedio

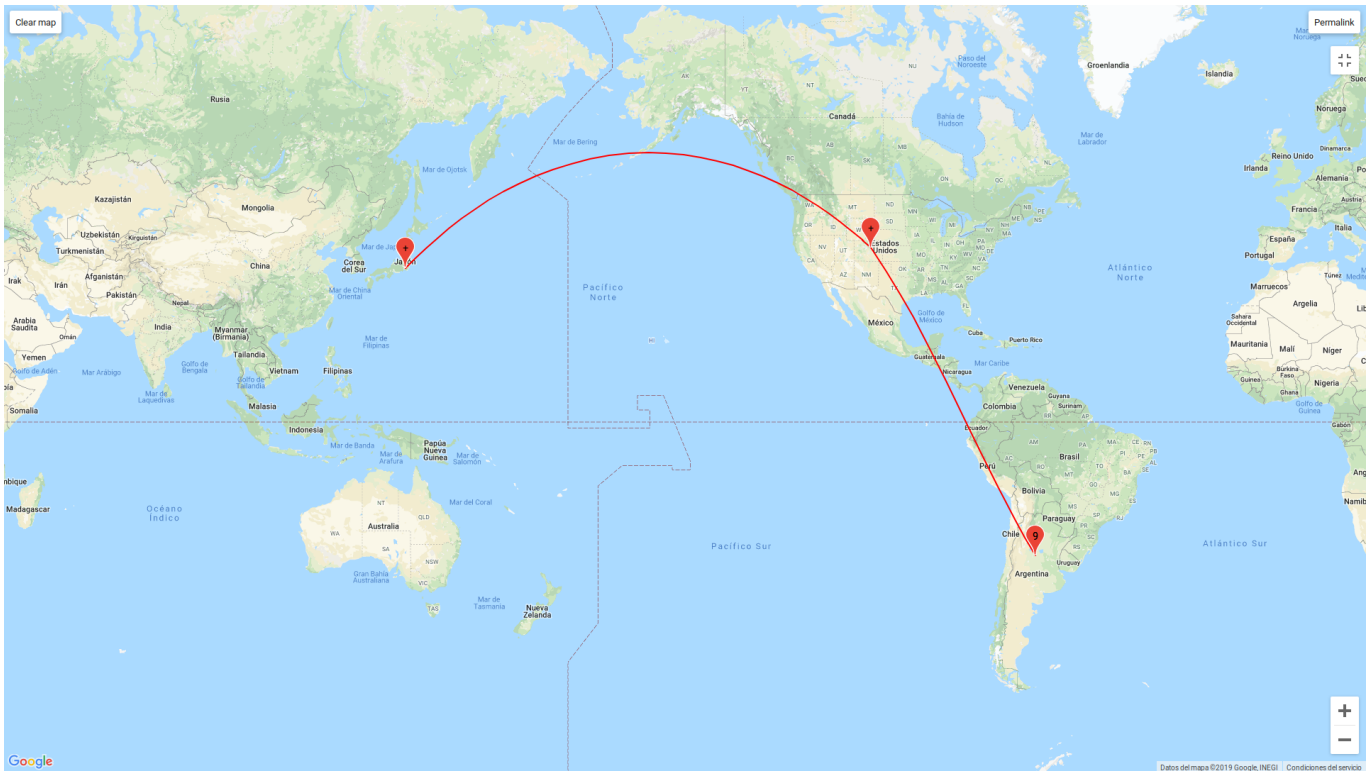
| TTL | IP | $\overline{RTT}$ | $\overline{RTT_i} - \overline{RTT_{i-1}}$ | PAÍS |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 192.168.0.1 | 57,27 | 57,27 | IP privada (Red Privada) |
| 2 | 10.33.64.1 | 59,47 | 2,20 | IP privada (Proveedor de Servicio) |
| 3 | 100.72.4.149 | 61,80 | 2,33 | No Disponible |
| 4 | 100.72.3.194 | 58,40 | -3,40 | No Disponible |
| 5 | 100.72.3.193 | 65,80 | 7,40 | No Disponible |
| 6 | 100.72.3.185 | 55,00 | -10,80 | No Disponible |
| 7 | 10.242.5.18 | 59,27 | 4,27 | IP privada (Proveedor de Servicio) |
| 8 | 200.32.127.98 | 60,27 | 1,00 | Argentina, Buenos Aires |
| 9 | 200.32.127.97 | 91,13 | 30,86 | Argentina, Buenos Aires |
| 10 | 67.17.(99.233\|94.249) | 183,67 | 92,54 | Estados Unidos |
| 11 | * | | | |
| 12 | * | | | |
| 13 | 4.68.127.54 | 193,27 | 193,27 | Estados Unidos |
| 14 | 129.250.(2.202\|3.40) | 337,93 | 144,66 | Estados Unidos |
| 15 | 129.250.4.(20\|88) | 197,36 | -140,57 | Estados Unidos |
| 16 | 129.250.2.219 | 211,27 | 13,91 | Estados Unidos |
| 17 | 129.250.7.69 | 234,93 | 23,66 | Japón |
| 18 | 129.250.2.177 | 332,27 | 97,34 | Japón |
| 19 | 129.250.(7.33\|2.128) | 332,07 | -0,20 | Japón |
| 20 | 129.250.3.(106\|232\|210\|88) | 344,73 | 12,67 | Japón |
| 21 | 61.200.(82.178\|91.186) | 322,71 | -22,02 | Japón |
| 22 | * | | | |
| 23 | * | | | |
| 24 | * | | | |
| 25 | 210.188.213.76 | 343,27 | 343,27 | Japón |
| 26 | 183.90.238.55 | 340,13 | -3,14 | Japón |

### 3.2.2. Mapeo de la ruta en el planisferio

Nuevamente, la geolocalización de la ruta no tiene demasiado sentido ya que salta hacia Europa para despues ir a Estados Unidos.




Analizando un poco mejor el caso, notamos que el problema se origina para los ttl 10 a 13 los cuales según el sitio que genera el mapa[3] ubica esos ips en Suiza. Evaluando puntualmente esas ips en otro sitio de geolocalización que obtiene resultados de 3 fuentes distintas[4] obtenemos que en 2 de los 3 resultados ubica los ips en Estados unidos y sólo uno en Suiza. Removiendo los ips problematicos obtenemos un mapa un poco más coherente.




[3] https://stefansundin.github.io/traceroute-mapper/
[4] https://www.iplocation.net/

### 3.2.3. Enlaces intercontinentales

Output de la herramienta para 60 mediciones:

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Tiempo entre nodos |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 192.168.0.1 | 10.33.64.1 | 2 ms |
| 2 | 3 | 10.33.64.1 | 100.72.4.149 | 2 ms |
| 4 | 5 | 100.72.3.194 | 100.72.3.193 | 7 ms |
| 6 | 7 | 100.72.3.185 | 10.242.5.18 | 4 ms |
| 7 | 8 | 10.242.5.18 | 200.32.127.98 | 1 ms |
| 8 | 9 | 200.32.127.98 | 200.32.127.97 | 29 ms |
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.2.202 | 148 ms |
| 15 | 16 | 129.250.4.20 | 129.250.2.219 | 13 ms |
| 16 | 17 | 129.250.2.219 | 129.250.7.69 | 23 ms |
| 17 | 18 | 129.250.7.69 | 129.250.2.177 | 98 ms |
| 18 | 19 | 129.250.2.177 | 129.250.7.33 | 4 ms |
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.3.40 | 143 ms |

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Valor Z |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 192.168.0.1 | 10.33.64.1 | −0.695728049086611 |
| 2 | 3 | 10.33.64.1 | 100.72.4.149 | −0.695728049086611 |
| 4 | 5 | 100.72.3.194 | 100.72.3.193 | −0.6029643092083962 |
| 6 | 7 | 100.72.3.185 | 10.242.5.18 | −0.6586225531353251 |
| 7 | 8 | 10.242.5.18 | 200.32.127.98 | −0.714280797062254 |
| 8 | 9 | 200.32.127.98 | 200.32.127.97 | −0.19480385374425108 |
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.2.202 | 2.0129731553572614 |
| 15 | 16 | 129.250.4.20 | 129.250.2.219 | −0.49164782135453844 |
| 16 | 17 | 129.250.2.219 | 129.250.7.69 | −0.30612034159810886 |
| 17 | 18 | 129.250.7.69 | 129.250.2.177 | 1.0853357565751132 |
| 18 | 19 | 129.250.2.177 | 129.250.7.33 | −0.6586225531353251 |
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.3.40 | 1.9202094154790463 |

OUTLIERS USANDO CIMBALA:

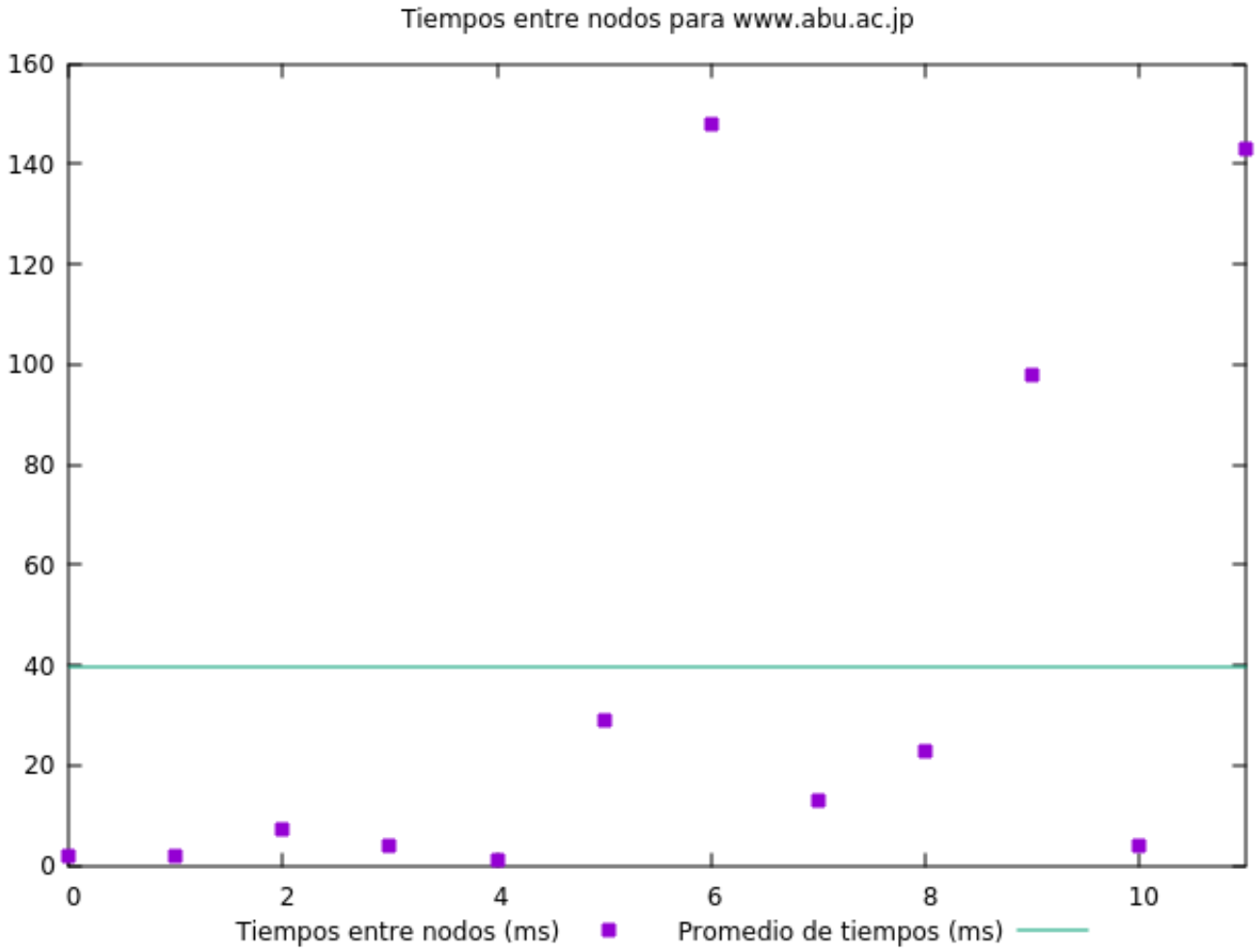
| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Tiempo entre nodos |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.2.202 | 148 ms |
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.3.40 | 143 ms |
| 17 | 18 | 129.250.7.69 | 129.250.2.177 | 98 ms |

OUTLIERS PARA RESULTADOS NORMALIZADOS:

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Valor Z |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.2.202 | 2.0129731553572614 |
| 13 | 14 | 4.68.127.54 | 129.250.3.40 | 1.9202094154790463 |
| 17 | 18 | 129.250.7.69 | 129.250.2.177 | 1.0853357565751132 |

En este caso, encontramos dos enlaces intercontinentales, uno entre Sudamérica y Estados Unidos, y el otro entre Estados Unidos y Japón. Cabe destacar que para el caso de ttl 13 a 14 se encontraron 2 posibles enlaces, por lo que suponemos que podría llegar a haber al menos dos enlaces intercontinentales paralelos en ese salto.

### 3.2.4. Gráficos de RTT entre saltos



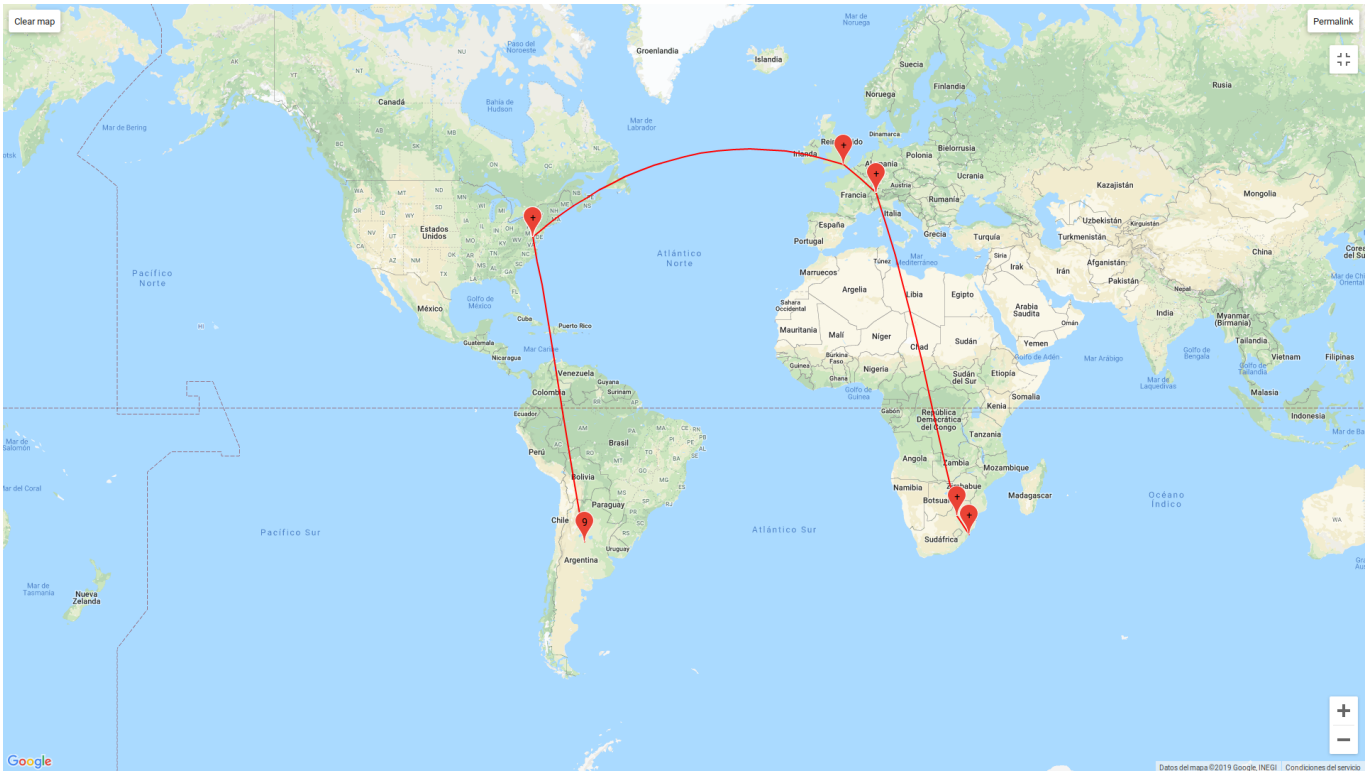
## 3.3. Sudáfrica (University of South Africa)

### 3.3.1. Información de la ruta promedio

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 192.168.0.1 | 49,40 | 49,40 | IP privada (Red Privada) |
| 2 | 10.33.64.1 | 51,20 | 1,80 | IP privada (Proveedor de Servicio) |
| 3 | 100.72.4.149 | 52,60 | 1,40 | No Disponible |
| 4 | 100.72.3.194 | 64,80 | 12,20 | No Disponible |
| 5 | 100.72.3.193 | 63,00 | -1,80 | No Disponible |
| 6 | 100.72.3.185 | 52,20 | -10,80 | No Disponible |
| 7 | 10.242.5.18 | 63,80 | 11,60 | IP privada (Proveedor de Servicio) |
| 8 | 200.32.127.98 | 62,20 | -1,60 | Argentina, Buenos Aires |
| 9 | 200.32.127.97 | 54,00 | -8,20 | Argentina, Buenos Aires |
| 10 | 67.17.99.233 | 184,60 | 130,60 | Estados Unidos |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | 154.54.10.57 | 186,40 | 186,40 | Estados Unidos |
| 14 | 154.54.47.(29\|17) | 175,80 | -10,60 | Estados Unidos |
| 15 | 154.54.(28.49\|24.145) | 192,00 | 16,20 | Estados Unidos |
| 16 | 154.54.(24.221\|7.157) | 209,60 | 17,60 | Estados Unidos |
| 17 | 154.54.40.(109\|105) | 205,60 | -4,00 | Estados Unidos |
| 18 | 154.54.(42.86\|30,186) | 265,80 | 60,20 | Estados Unidos |
| 19 | 154.54.(58.186\|57.154) | 269,00 | 3,20 | Estados Unidos |
| 20 | 154.54.61.61 | 263,00 | -6,00 | Estados Unidos |
| 21 | 149.14.146.194 | 269,00 | 6,00 | Reino Unido |
| 22 | 155.232.1.40 | 406,80 | 137,80 | Sudafrica |
| 23 | 155.232.64.76 | 444,20 | 37,40 | Sudafrica |
| 24 | 155.232.1.(34\|66) | 442,00 | -2,20 | Sudafrica |
| 25 | 155.232.15.(105\|212) | 446,40 | 4,40 | Sudafrica |
| 26 | 155.232.29.2 | 438,80 | -7,60 | Sudafrica |

### 3.3.2. Mapeo de la ruta en el planisferio

Esta vez, la geolocalización dió resultados coherentes, se pueden observar los tres enlaces intercontinentales que hallaremos con la herramienta.




### 3.3.3. Enlaces intercontinentales

Output de la herramienta para 60 mediciones:

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Tiempo entre nodos |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.171 | 143 ms |
| 9 | 10 | 154.54.9.17 | 154.54.47.29 | 2 ms |
| 10 | 11 | 154.54.47.29 | 154.54.28.49 | 15 ms |
| 11 | 12 | 154.54.28.49 | 154.54.24.221 | 7 ms |
| 12 | 13 | 154.54.24.221 | 154.54.40.109 | 5 ms |
| 13 | 14 | 154.54.40.109 | 154.54.42.86 | 82 ms |
| 16 | 17 | 154.54.61.69 | 149.14.146.194 | 0 ms |
| 17 | 18 | 149.14.146.194 | 155.232.1.40 | 150 ms |
| 18 | 19 | 155.232.1.40 | 155.232.64.76 | 19 ms |
| 19 | 20 | 155.232.64.76 | 155.232.1.16 | 11 ms |
| 20 | 21 | 155.232.1.16 | 155.232.15.214 | 0 ms |
| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Valor Z |
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.171 | 1.880957264023117 |
| 9 | 10 | 154.54.9.17 | 154.54.47.29 | −0.6803813808406709 |
| 10 | 11 | 154.54.47.29 | 154.54.28.49 | −0.44422959088869046 |
| 11 | 12 | 154.54.28.49 | 154.54.24.221 | −0.5895537693206784 |
| 12 | 13 | 154.54.24.221 | 154.54.40.109 | −0.6258848139286753 |
| 13 | 14 | 154.54.40.109 | 154.54.42.86 | 0.7728604034792087 |
| 16 | 17 | 154.54.61.69 | 149.14.146.194 | −0.7167124254486679 |
| 17 | 18 | 149.14.146.194 | 155.232.1.40 | 2.0081159201511065 |
| 18 | 19 | 155.232.1.40 | 155.232.64.76 | −0.3715675016726965 |
| 19 | 20 | 155.232.64.76 | 155.232.1.16 | −0.5168916801046844 |
| 20 | 21 | 155.232.1.16 | 155.232.15.214 | −0.7167124254486679 |

OUTLIERS USANDO CIMBALA:

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Tiempo entre nodos |
|---|---|---|---|---|
| 17 | 18 | 149.14.146.194 | 155.232.1.40 | 150 ms |
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.171 | 143 ms |
| 13 | 14 | 154.54.40.109 | 154.54.42.86 | 82 ms |

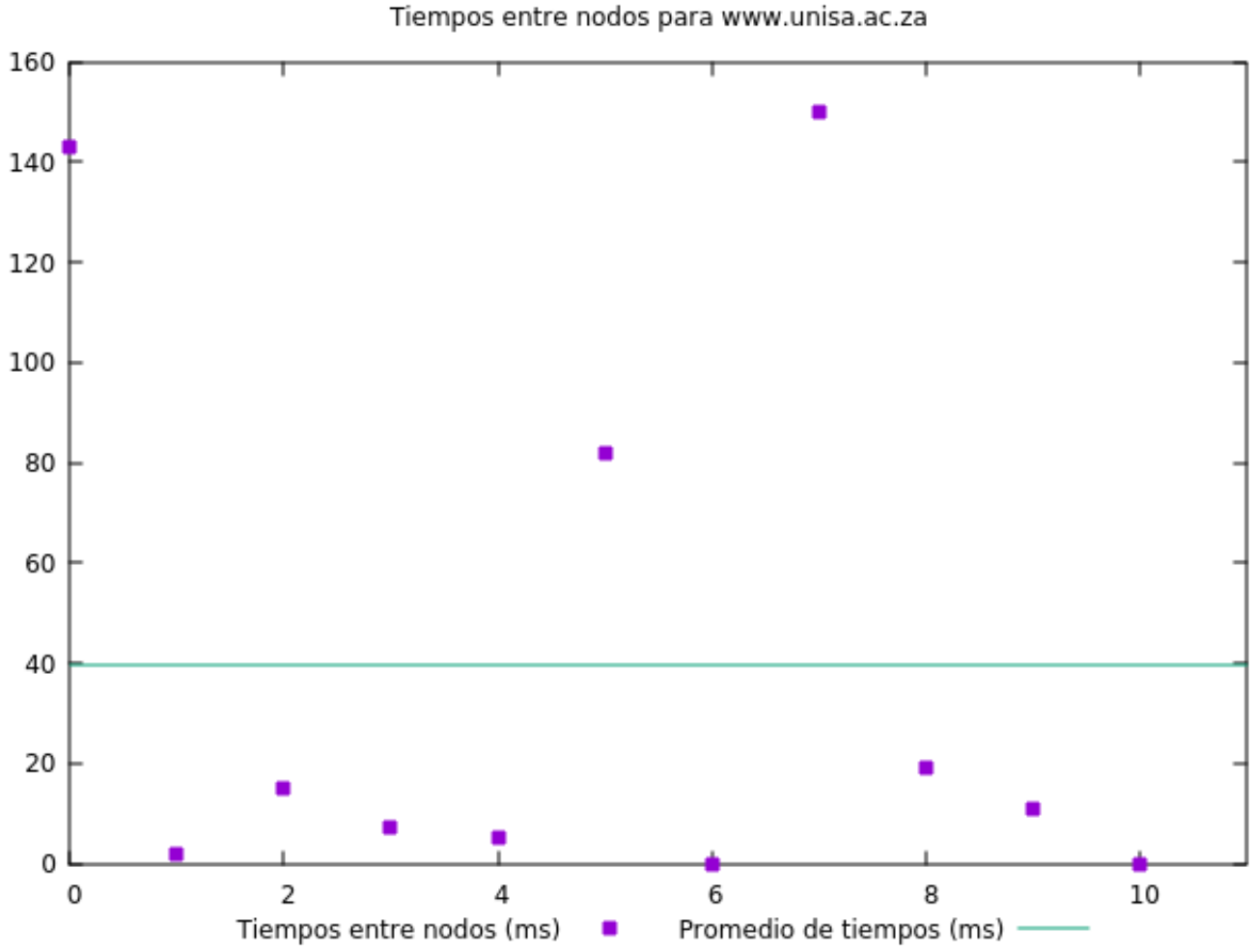
OUTLIERS PARA RESULTADOS NORMALIZADOS:

| TTL1 | TTL2 | IP1 | IP2 | Valor Z |
|---|---|---|---|---|
| 17 | 18 | 149.14.146.194 | 155.232.1.40 | 2.0081159201511065 |
| 7 | 8 | 185.70.203.32 | 89.221.41.171 | 1.880957264023117 |
| 13 | 14 | 154.54.40.109 | 154.54.42.86 | 0.7728604034792087 |

La herramienta logró encontrar correctamente los tres enlaces intercontinentales.

### 3.3.4. Gráficos de RTT entre saltos

De nuevo, vemos como los valores de los enlaces intercontinentales están por encima de la media total.



# 4. Conclusiones

En este trabajo analizamos rutas y estimamos enlaces intercontinentales. Pudimos observar varias anomalías, la más importante de ellas siendo los tiempos negativos entre routers, que en principio pensamos que eran por la varianza de tiempos, pero se mantuvieron incluso aumentando el número de mediciones o tomando los mínimos de los RTT de los saltos en lugar de los promedios. Eliminando estos valores y con la modificación al método de Cimbala obtuvimos buenas estimaciones de cuáles son los enlaces intercontinentales.

A pesar de ello, un punto débil pueden ser las rutas que no posean estos enlaces, ya que al haber tanta varianza en las muestras, la herramienta desarrollada puede dar falsos positivos, por lo cual una idea es usar una cota fija para los candidatos a outlier en lugar de nuestra heurística.