

# Redes de Computadores

## Tarea 3

### No somos nada, ¡Hola Internet! (Capa de Red)

#### **Integrantes:**

Guillermo Fernández	Álvaro Rojas
guillermo.fernand.12@alumnos.usm.cl	alvaro.rojasv@alumnos.usm.cl
201073523-0	201073555-9

#### **Profesor:**

Oscar Encina

#### **Ayudantes:**

Alex Arenas  
Carlos Marchant

02 de Junio, 2014

# 1. Introducción

En este laboratorio, se analizará qué es lo que ocurre con los paquetes a medida que viajan por la gran red de redes que supone Internet, y además, se conocerá cómo funciona el algoritmo vector-distancia con el que los routers completan sus tablas de costos.

## 1.1. Objetivos

- *Evidenciar la real dimensión de la internet y analizar su interconexión.*
- *Conocer el funcionamiento del algoritmo de enrutamiento llamado Algoritmo de Vector-Distancia.*
- *Recordar la programación en Python.*

## 2. Desarrollo

### 2.1. Las dimensiones de Internet

En esta sección, se han analizado una serie de sitios web que, mediante el ingreso de sus URL al programa *Open Visual Traceroute* (OVT), se puede conocer qué camino toman los paquetes a través del planeta, evidenciándose así que existen saltos tan extraordinarios como lo que significa ir de un continente a otro. Los sitios web analizados son los siguientes:

1. <http://moodle.inf.utfsm.cl/>
2. <http://google.cl/>
3. <http://cime.cl/>
4. <http://wikipedia.com/>
5. <http://www.chile.embassy.gov.au/>

El *traceroute* realizado para cada sitio web ha sido usando la red del Departamento de Informática de la universidad ("di"). Se debe destacar que al estar conectado a "di", se reconoce al equipo como si estuviera conectado desde Valparaíso, donde se encuentran los servidores del departamento. Otro aspecto a destacar, es que OVT trata como cero los tiempos de latencia y búsqueda de DNS. Si bien en la interfaz gráfica se aprecian como tiempos menores a 1, al copiar la ruta al portapapeles se ilustran como iguales a 0.

Para un mejor orden, se ha dispuesto que la información de los pantallazos que muestran la ruta que han tomado los paquetes se presente en tablas hechas con código de  $\text{\LaTeX}$ . Los pantallazos se pueden observar en la carpeta "imagenes" del presente documento.

#### 2.1.1. Moodle

Para <http://moodle.inf.utfsm.cl/>, se tienen la siguiente ruta tomada por los paquetes y los tiempos que han demorado aquellos paquetes en cada router a través del globo:

#	País	Localidad	Latitud	Longitud	IP
1	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155
2	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.21.155
3	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.19.40

Cuadro 1: Ruta por los paquetes al consultar la página de Moodle.

#	Hostname	Latencia (ms)	Búsqueda DNS (ms)	Distancia al nodo anterior (km)
1	nat-sj-labinf1.campus.utfsm.cl	0	0	0
2	gw-ext.inf.utfsm.cl.	160	3	0
3	moodle.inf.utfsm.cl.	140	4	0

Cuadro 2: Continuación de la tabla anterior.

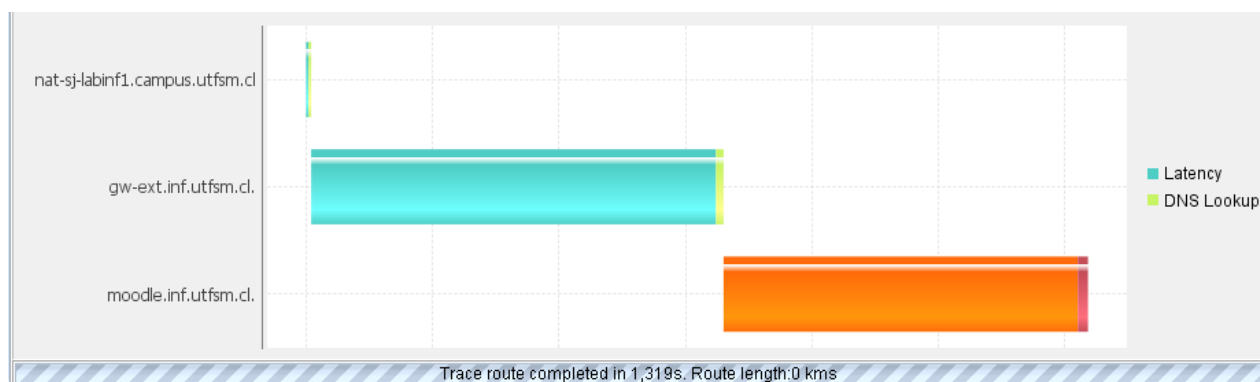


Figura 1: Tiempos de latencia de paquetes al ingresar a Moodle.

### 2.1.2. Google

La tabla y gráficas siguientes corresponden a <http://google.com/>:

#	País	Localidad	Latitud	Longitud	IP
1	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155
2	United States	Chicago	41.884903	-87.6238	192.169.2.1
3	United States	Chicago	41.884903	-87.6238	192.169.3.2
4	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.21.131
5	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.131
6	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.0.173
7	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.5.57
8	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.186
9	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.5.86
10	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.13
11	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.26
12	United States	Mountain View	37.419205	-122.0574	72.14.234.41
13	United States	Mountain View	37.419205	-122.0574	173.194.42.216

Cuadro 3: Ruta por los paquetes al consultar la página de Google.

#	Hostname	Latencia (ms)	Búsqueda DNS (ms)	Distancia al nodo anterior (km)
1	nat-sj-labinf1.campus.utfsm.cl	0	0	0
2	(None)	1	2	8501
3	(None)	3	2	0
4	fw.usm.cl.	2	7	8501
5	telmex-gw.usm.cl.	2	3	0
6	190.208.0.173.	4	9	97
7	190.208.5.57.	2	17	0
8	(None)	1	3	0
9	190.208.5.86.	1	13	0
10	190.208.9.13.	1	2	0
11	190.208.9.26.	1	2	0
12	(None)	9	153	9517
13	scl03s05-in-f24.1e100.net.	2	3	0

Cuadro 4: Continuación de la tabla anterior.

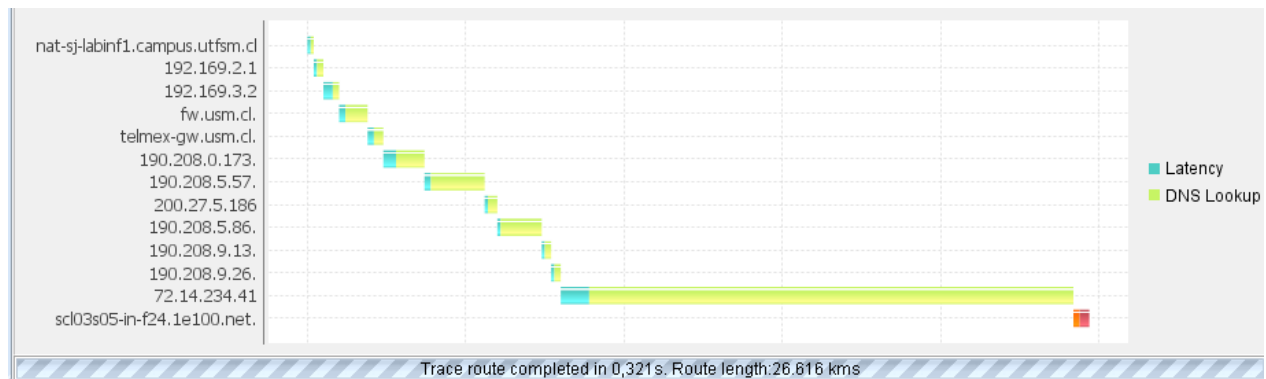


Figura 2: Tiempos de latencia de paquetes al ingresar a Google.

### 2.1.3. CIME

La tabla y gráficas que ahora siguen son las que corresponden al ingreso de <http://cime.cl/>:

#	País	Localidad	Latitud	Longitud	IP
1	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155
2	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.21.131
3	Chile	Valparaiso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155
4	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.0.173
5	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.5.77
6	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.178
7	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.114
8	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.9
9	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.6
10	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	129.250.2.110
11	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	129.250.2.99
12	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	129.250.4.4
13	United States	New York	40.7267	-73.9981	192.241.164.238
14	United States	New York	40.7267	-73.9981	107.170.72.180

**Cuadro 5: Ruta por los paquetes al consultar la página de CIME.**

#	Hostname	Latencia (ms)	Búsqueda DNS (ms)	Distancia al nodo anterior (km)
1	nat-sj-labinf1.campus.utfsm.cl	0	0	0
2	fw.usm.cl.	37	3	0
3	telmex-gw.usm.cl.	27	3	0
4	190.208.0.173.	1	186	97
5	190.208.5.77.	0	46	0
6	(None)	1	289	0
7	Ge1-2.igr1.Santiago.ip.telmexchile.cl.	59	84	0
8	190.208.9.9.	36	62	0
9	190.208.9.6.	36	27	0
10	ae-3.r20.miamifl02.us.bb.gin.ntt.net.	1	4	8864
11	ae-8.r21.asbnva02.us.bb.gin.ntt.net.	10	3	0
12	ae-8.r20.asbnva02.us.bb.gin.ntt.net.	46	4	0
13	(None)	34	10507	2615
14	(None)	1	369	0

**Cuadro 6: Continuación de la tabla anterior.**

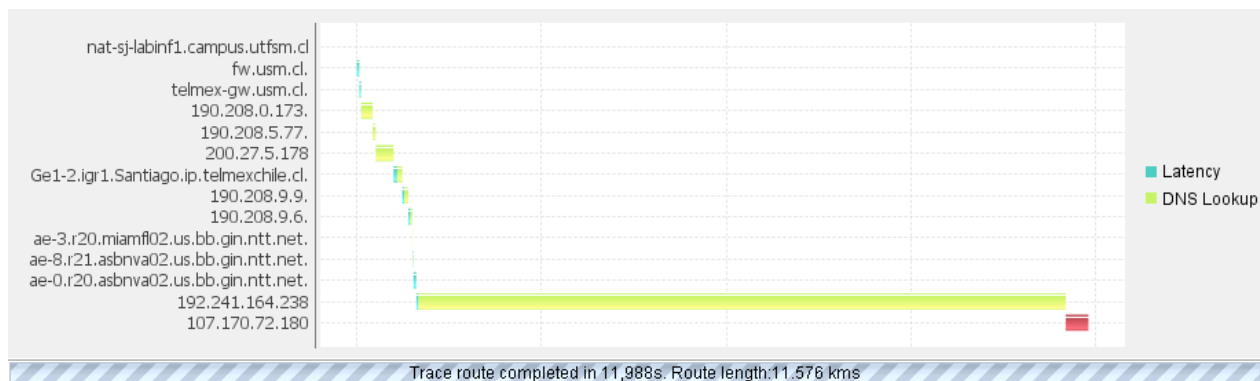


Figura 3: Tiempos de latencia de paquetes al ingresar a CIME.

#### 2.1.4. Wikipedia

Las tablas y gráfica para el ingreso a <http://wikipedia.com/> son las siguientes:

#	País	Localidad	Latitud	Longitud	IP
1	Chile	Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155
2	Chile	Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.21.131
3	Chile	Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.131
4	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.0.173
5	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.5.77
6	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.178
7	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.206
8	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.9
9	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.6
10	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	157.238.179.17
11	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	129.250.2.184
12	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	129.250.4.207
13	United States	Englewood	39.623703	-104.8738	129.250.204.190
14	United States	San Francisco	37.789795	-122.394196	208.80.154.224

Cuadro 7: Ruta por los paquetes al consultar la página de Wikipedia.

#	Hostname	Latencia (ms)	Búsqueda DNS (ms)	Distancia al nodo anterior (km)
1	nat-sj-labinf1.campus.utfsm.cl	0	0	0
2	fw.usm.cl.	1	11	0
3	telmex-gw.usm.cl.	1	3	0
4	190.208.0.173.	7	5	97
5	190.208.5.77.	2	4	0
6	(None)	8	2	0
7	(None)	105	16	0
8	190.208.9.9.	2	5	0
9	190.208.9.6.	1	11	0
10	xe-0-4-0-2.r05.miamfl02.us.bb.gin.ntt.net.	69	6	8864
11	ae-4.r20.miamfl02.us.bb.gin.ntt.net.	25	3	0
12	ae-2.r04.asbnva02.us.bb.gin.ntt.net.	140	22	0
13	xe-0-7-0-8.r04.asbnva02.us.ce.gin.ntt.net.	69	3	0
14	text-lb.eqiad.wikimedia.org.	78	1584	1533

Cuadro 8: Continuación de la tabla anterior.

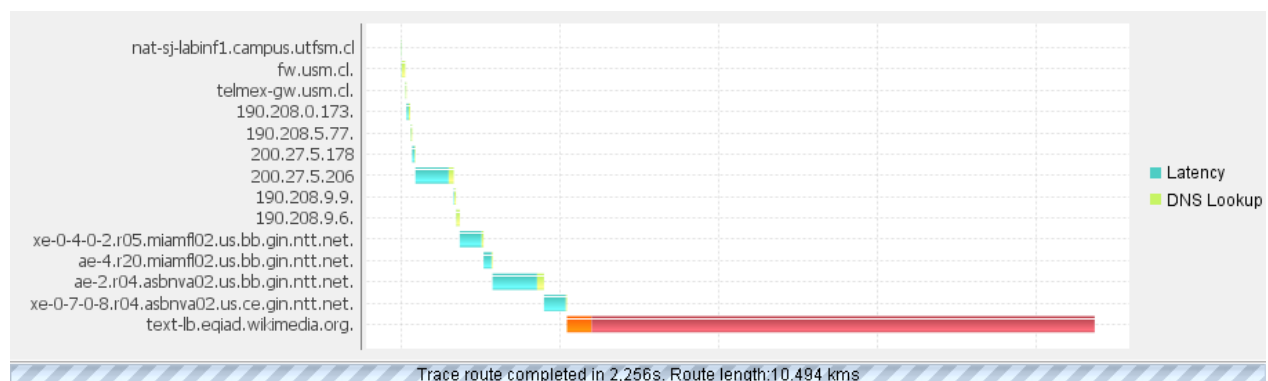


Figura 4: Tiempos de latencia de paquetes al ingresar a Wikipedia.

### 2.1.5. Embajada de Australia en Chile

Al ingresar a <http://www.chile.embassy.gov.au/> se obtuvieron las siguientes tablas y gráfica que representa latencias. Cabe destacar que para el traceroute realizado a este sitio web, al llegar al router situado en Japón, OVT se quedó colgado, así que la ejecución terminó en ese punto.



#	País	Localidad	Latitud	Longitud	IP
1	Chile	Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155
2	United States	Chicago	41.884903	-87.6238	192.169.2.1
3	United States	Chicago	41.884903	-87.6238	192.169.3.2
4	Chile	Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.21.131
5	Chile	Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.131
6	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.0.173
7	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.5.53
8	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.178
9	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	200.27.5.114
10	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.9
11	Chile	Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.86
12	United States	New York	40.758804	-73.968	173.241.129.209
13	France	(Unknown)	48.86	2.350006	77.67.68.234
14	France	(Unknown)	48.86	2.350006	141.136.105.34
15	Japan	(Unknown)	35.690002	139.69	202.147.50.186
16	Asia/Pacific Region	(Unknown)	35.0	105.0	203.192.174.137
17	Asia/Pacific Region	(Unknown)	35.0	105.0	203.192.174.165
18	Japan	(Unknown)	35.690002	139.69	202.147.42.160

**Cuadro 9: Ruta por los paquetes al consultar la página de la embajada de Australia en Chile.**

#	Hostname	Latencia (ms)	Búsqueda DNS (ms)	Distancia al nodo anterior (km)
1	nat-sj-labinf1.campus.utfsm.cl	0	0	0
2	(None)	2	7	8501
3	(None)	3	2	0
4	fw.usm.cl.	42	30	8501
5	telmex-gw.usm.cl.	2	5	0
6	190.208.0.173.	41	3	97
7	190.208.5.53.	1	4	0
8	(None)	7	7	0
9	Ge1-2.igr1.Santiago.ip.telmexchile.cl.	25	2	0
10	190.208.9.9.	0	3	0
11	190.208.9.86.	1	3	0
12	ae2-202.nyc20.ip4.tinet.net.	140	5	8267
13	pacnet-gw.ip4.tinet.net.	56	4	5837
14	(None)	10	12	0
15	be1.gw4.sjc1.asianetcom.net.	12	3	9722
16	te0-1-0-0-981.cr2.syd5.asianetcom.net.	151	22	3134
17	te0-0-0-0.cr1.syd5.asianetcom.net.	1	8	0
18	ge-2-1-0-0.gw1.cbr1.asianetcom.net.	129	4	3134

**Cuadro 10: Continuación de la tabla anterior.**

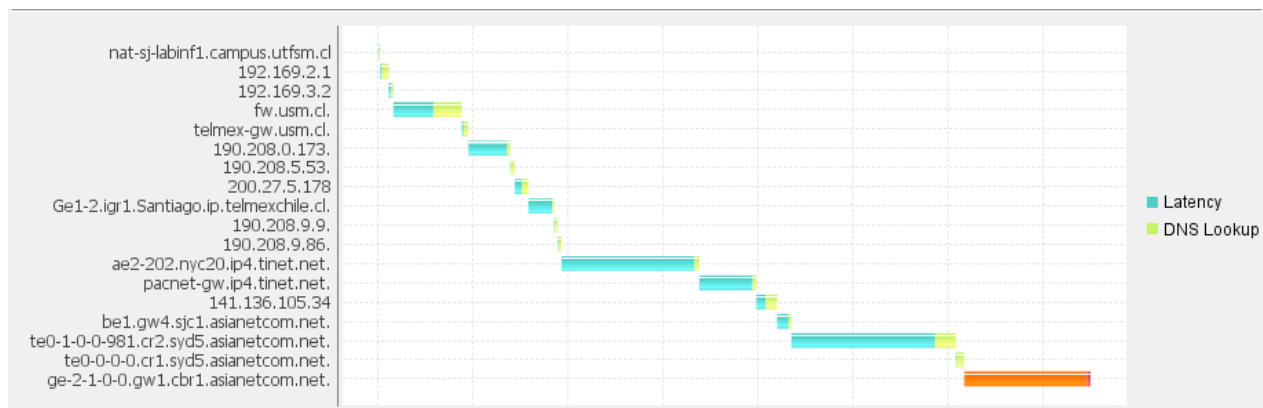


Figura 5: Tiempos de latencia de paquetes al ingresar al sitio de la embajada de Australia en Chile.

### 2.1.6. Conclusiones y respuestas

*¿Por qué los paquetes toman las rutas descritas en el programa OVT?* Los paquetes son direccionados por los routers de acuerdo a la información que manejan en sus tablas de ruteo. Hay que destacar que cada router no necesita saber la ruta completa para los paquetes en cuestión, sino que sólo les basta determinar el siguiente salto y por qué puerta de enlace deben enviarse los paquetes.

El hecho de que para cada ocasión que se haga un traceroute se puedan obtener rutas ligeramente distintas, depende en primer lugar de la posición geográfica desde donde se efectúa la petición del sitio web, y el protocolo IP es quien determina cuál sería la mejor ruta para los saltos, adaptándose en todo momento a las condiciones de la red. Esto último quiere decir que las tablas de ruteo van cambiando con el tiempo.

La ruta se va generando, esto es, el traceroute basa su funcionamiento en el uso del campo TTL (Time To Live) que contienen los datagramas IP. El TTL indica la cantidad de routers por los cuales el datagrama va a circular antes de que se le de por descartado. Colgándose de eso, traceroute lo que realiza es enviar los paquetes con TTL incrementales, partiendo desde TTL = 1. Siguiendo esa lógica, el primer paquete será descartado (el router al que llegó le decrementará su TTL a cero, por lo tanto se descarta), y entonces, el router que le ha desechado enviará de vuelta un mensaje ICMP "TTL Expired", que dentro de sí tiene el nombre del router al que llegó el paquete y su IP. Luego de ello, el emisor de los paquetes vuelve a enviar, pero con un TTL = 2, consiguiendo que el paquete pase no por un router, sino que por dos, y el segundo router hará lo mismo que hizo el primero cuando el paquete que se envió tenía TTL = 1. Después de toda la sucesión de pasos descritos, se puede ir completando la ruta con los datos obtenidos, y al llegar al router de destino, éste envía un mensaje ICMP "Dest port unreachable", y así el traceroute termina.

*Y entonces, ¿cómo es que viajan los paquetes entre continentes?* Usando la técnica anterior relacionada con los tiempos de vida, y también gracias a la fragmentación y reen-samblaje (IPv4), los paquetes pueden ir viajando desde las redes más pequeñas y con menor

calidad de tráfico, hasta redes mundiales de grandes prestaciones. Gracias a lo anterior, todo este viaje a través de la gran red de redes puede abrirse paso a través de los continentes por medio de las diversas tecnologías de comunicación que incluyen conexiones básicas como las telefónicas o inalámbricas caseras, pasando por conexiones 3G/4G, hasta enlaces físicos de mayor rendimientos como los cableados, de fibra óptica y satelitales, siendo enlaces como los últimos descritos los que se sitúan entre continentes.

***Los enlaces internacionales de Chile***, siguiendo la lógica de que corresponden a *la dirección IP del último router situado en Chile antes de que se pase a uno del extranjero*, según los resultados obtenidos usando OVT, son los siguientes:

Localidad	Latitud	Longitud	IP	Hostname
Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.86	190.208.9.86.
Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.6	190.208.9.6.
Santiago	-33.449997	-70.6667	190.208.9.26	190.208.9.26.

Cuadro 11: Enlaces internacionales de Chile.

Hay que destacar que en el caso de la embajada de Australia y Google para el enlace:

Localidad	Latitud	Longitud	IP	Hostname
Valparaíso	-33.047806	-71.6011	200.1.20.155	nat-sj-labinf1.campus.utfsm.cl

que corresponde al router asociado a la red "di" de la universidad, hace un salto directo hacia el extranjero, no así para las otras páginas.

## **2.2. Aplicación del Algoritmo de Vector-Distancia**

### **2.2.1. Ruteo Inicial**

Existen diversas formas para que los router sepan hacia donde es conveniente enviar la información. Una de estas formas es el algoritmo de vector-distancia, que permite a los routers tener un valor estimado de la mejor vía para llegar a otro punto.

### **2.2.2. Recuperación**

Al perder la conexión entre I y H estos generan un aviso a sus vecinos, y estos a su vez a los suyos, avisando lo ocurrido para que todos los routers que hubiesen planificado una ruta por ahí, sepan que ya no existe y deben buscar una alternativa. Para esto se utiliza "horizonte dividido con envenenamiento de ruta"(split horizon with poisoned reverse), Que marca la distancia entre los caminos que sufrieron desconexión con el máximo de distancia (infinito), y luego recursivamente se avisa a los vecinos. Luego de esto, se recalculan todas las rutas necesarias actualizando las tablas de ruteo correspondientes