

LSPConfigurationTool

**Tool per la configurazione
di LSP MPLS-TE**

Basile Mariano, Buono Angelo



Cos'è LSPConfigurationTool?



SW per la configurazione di LSP MPLS-TE, tra due router ingress/egress, con requisito di capacità specificato.

Caratteristiche:

- **Usabilità**

Elevata semplicità di utilizzo

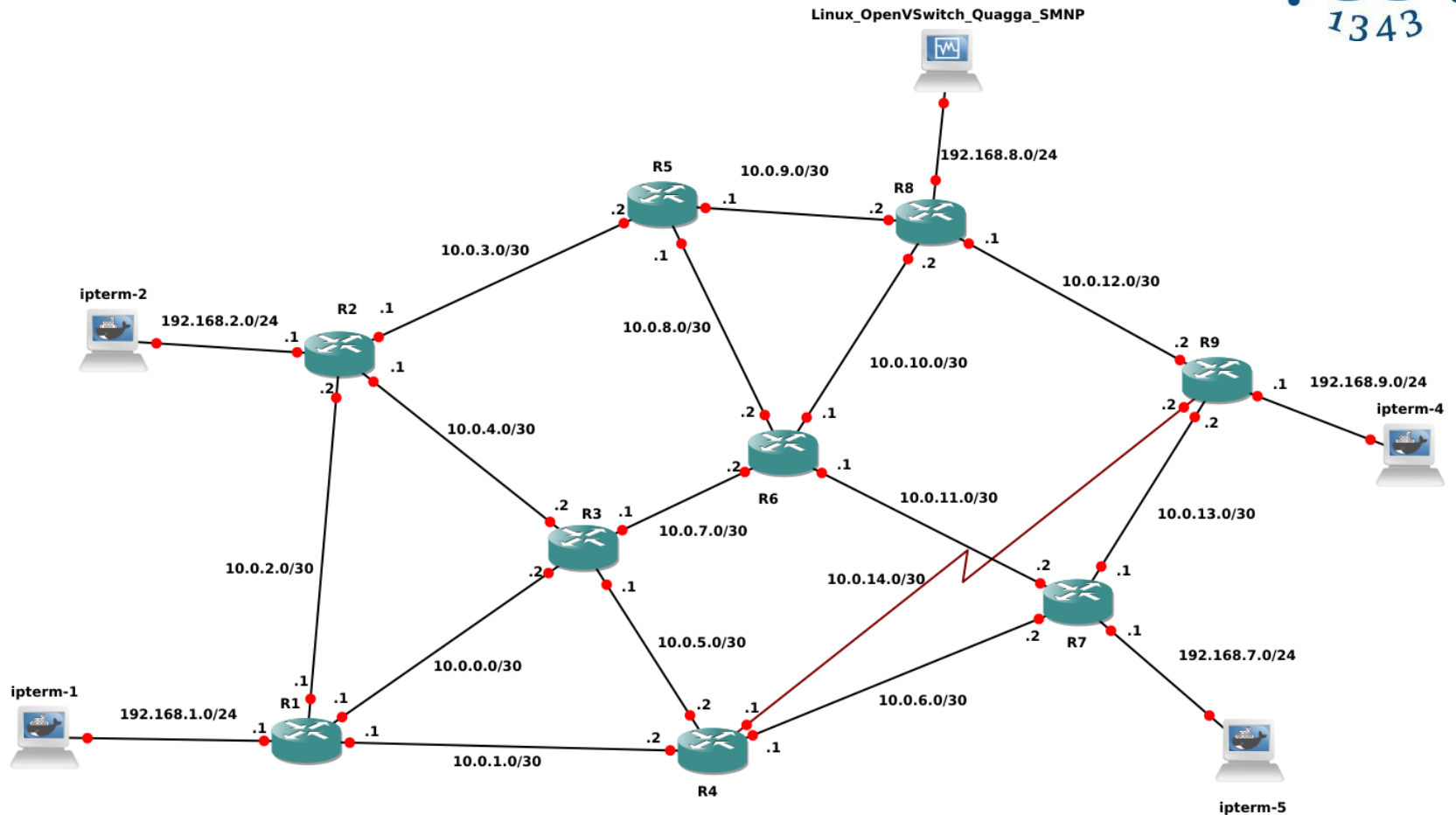
- **Robustezza**

Consistenza delle informazioni topologiche anche nel caso di guasti

- **Bassa complessità di storage**

Qualche centinaio di KB nel caso di una rete di 100 router

Scenario d'utilizzo



Target Host



VM con Linux Micro Core 4.7.7:

- *1 CPU*
- *8 MB di sistema operativo*
- *200 MB di memoria secondaria*
- *Interfaccia a linea di comando*



Target Host (2)

Applicativi necessari all'esecuzione del tool:

- *Quagga*
- *Net-Snmp*
- *Compilatore gcc + compiletc*
- *Expect*
- *Shell bash*

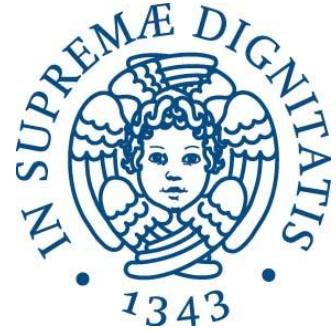
Come eseguire il tool?



Autenticarsi sull'host ed eseguire:

1. *cd /mnt/sda1/tce/project*
2. *sudo ./lsp*

N.B: Per l'autenticazione utilizzare lo username tc



Avvio del tool

All'avvio il tool provvede essenzialmente a:

1. *configurare l'interfaccia ethernet, eth0, tramite la quale l'host è connesso alla rete.*
2. *abilitare il protocollo di routing ospf al fine di ricostruire la topologia della rete.*
3. *salvare tali informazioni nei file di configurazione.*

Avvio del tool (2)



```
QuaggaHost Core 4.7 [In esecuzione] - Oracle VM VirtualBox
File Macchina Visualizza Inserimento Dispositivi Aiuto

===== Welcome to Quagga Configuration Tool! =====

Enter eth0 ip address: 192.168.8.2

Enter eth0 netmask: 24

Building Configuration...
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/zebra.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ripd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ripngd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ospfd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/ospf6d.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/bgpd.conf
Configuration saved to /usr/local/etc/quagga/isisd.conf
[OK]

===== QUAGGA CONFIGURATION COMPLETED!! =====

Running OSPF..._

Ctrl destro
```


Costruzione della topologia

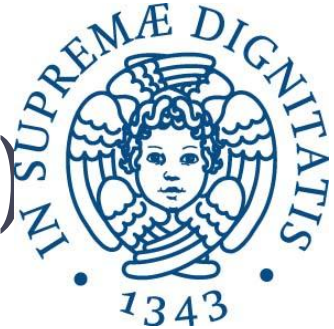


La ricostruzione topologica avviene attraverso il database generato dal protocollo OSPF.

Qualora un router già presente nel database interrompesse, a causa di eventuali guasti (hw o sw), l'invio degli annunci OSPF di tipo 1, si continuerebbe ad avere nel database OSPF una entry a lui riservata.

Per tale motivo si anticipano le richieste SNMP!

Costruzione della topologia (2)



Il recupero delle informazioni sul traffic-engineering avviene attraverso richieste SNMP ad agent SNMP configurati sui router della rete:

1. capacità massima riservata per i TE tunnels.
2. capacità massima riservabile per singolo TE tunnel.
3. la capacità totale attualmente utilizzata.



L'interfaccia di utilizzo

Il tool si presenta all'utente attraverso un'interfaccia che permette di:

1. Visualizzare la topologia della rete.
2. Visualizzare le interconnessioni di un dato router.
3. Creare un LSP MPLS-TE con relativo requisito di capacità.
4. Aggiornare esplicitamente le informazioni sulla topologia.
5. Visualizzare le info relative ad un dato LSP MPLS-TE.
6. Uscire dal tool.

L'interfaccia di utilizzo (2)



```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

      Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Show LSP MPLS-TE
6) Exit
Enter your option and press [ENTER]: _
```



Creazione di un LSP

- L'algoritmo per la creazione del path costruisce l'albero dei percorsi possibili dal router di ingress.
- L'algoritmo per la ricerca del path ottimo confronta i vari percorsi in base al valore della funzione obiettivo:

$$\max\left(\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{residualBand_i - requestBand}{reservedBand_i}\right)$$



Creazione di un LSP (2)

Solo in caso di presenza di un percorso dal router ingress al router egress che soddisfa il requisito di capacità specificato il tool provvede ad:

1. *acquisire e validare username e password, per la connessione remota all'ingress router*
2. *acquisire e validare nome dell'LSP e nome del path esplicito*
3. *configurare il Label Switched Path*

Creazione di un LSP (3)



```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
172.16.1.9:
      172.16.1.4      4096      4096
      172.16.1.8      2048      2048
      172.16.1.7      1024      1024

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

      Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Show LSP MPLS-TE
6) Exit
Enter your option and press [ENTER]: 3

Insert Ingress RouterID:      172.16.1.1

Insert Egress RouterID:      172.16.1.9

Insert Bandwidth (Kbps):      512

Building Up Network Topology...
```

Creazione di un LSP (4)



```
QuaggaHost Core 4.7 [In esecuzione] - Oracle VM VirtualBox
File  Macchina  Visualizza  Inserimento  Dispositivi  Aiuto

Enter username for telnet authentication on 172.16.1.1: user
Confirm username:user

Enter password for telnet authentication on 172.16.1.1: user
Confirm password:user

Enter a name for the tunnel: tunnel0

Enter a name for the LSP: pathA_

Ctrl destro
```


Creazione di un LSP (5)



```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

Username:
Username: user
Password:
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface tunnel0
R1(config-if)#ip unnumbered loopback0
R1(config-if)#tunnel destination 172.16.1.9
R1(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng bandwidth 512
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name pathA
R1(config-if)#exit
R1(config)#ip explicit-path name pathA enable
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.1.2
Explicit Path name pathA:
  1: next-address 10.0.1.2
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.14.2
Explicit Path name pathA:
  1: next-address 10.0.1.2
  2: next-address 10.0.14.2
R1(cfg-ip-expl-path)#exit
R1(config)#exit
R1#_
```

Creazione di un LSP (5)



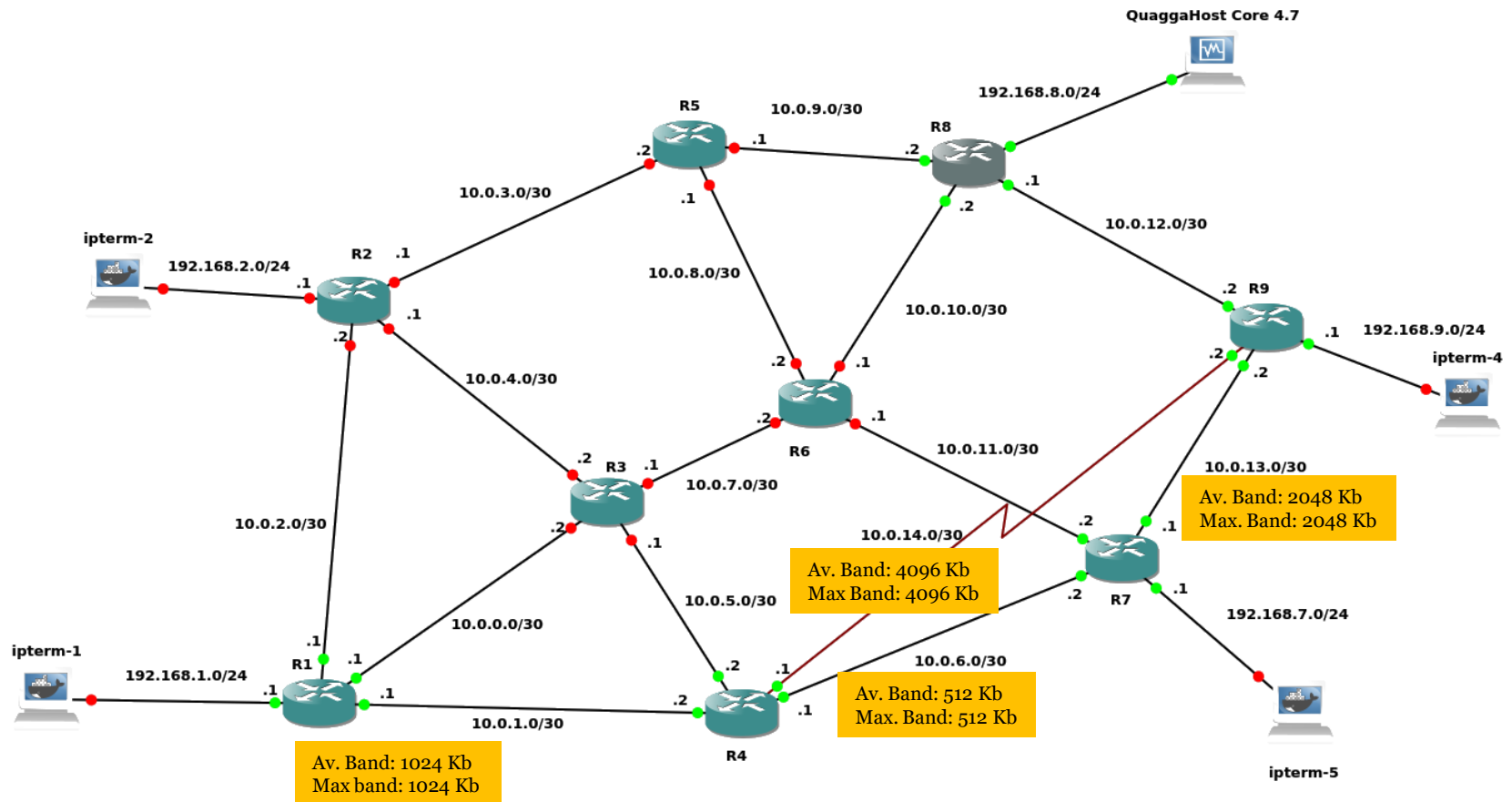
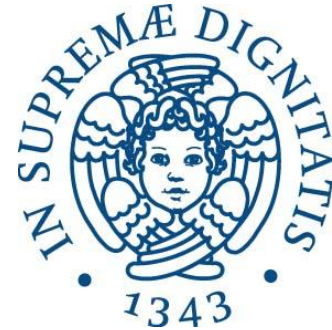
```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
Explicit Path name pathA:
  1: next-address 10.0.1.2
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.14.2
Explicit Path name pathA:
  1: next-address 10.0.1.2
  2: next-address 10.0.14.2
R1(cfg-ip-expl-path)#exit
R1(config)#exit
R1#

[Path from 172.16.1.1 to 172.16.1.9 (512000 bps) allocated]:
  10.0.1.2
  10.0.14.2

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

      Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Show LSP MPLS-TE
6) Exit
Enter your option and press [ENTER]: _
```

Esempio: Scelta dell'LSP



Esempio: Scelta dell'LSP (2)



Scegliamo di creare un tunnel tra R1 ed R9 con capacità 512Kb

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

172.16.1.9 linked to:
172.16.1.7 10.0.13.2 1024000

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Exit
Enter your option and press [ENTER]: 3

Insert Ingress RouterID: 172.16.1.1
Insert Egress RouterID: 172.16.1.9
Insert Bandwidth (Kbps): 512
Building Up Network Topology...
```

Esempio: Scelta dell'LSP (3)



```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

Username:

Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#interface tunnel0
R1(config-if)#ip unnumbered loopback0
R1(config-if)#tunnel destination 172.16.1.9
R1(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng bandwidth 512
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name patha
R1(config-if)#exit
R1(config)#ip explicit-path name patha enable
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.1.2
Explicit Path name patha:
  1: next-address 10.0.1.2
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.14.2
Explicit Path name patha:
  1: next-address 10.0.1.2
  2: next-address 10.0.14.2
R1(cfg-ip-expl-path)#exit
R1(config)#exit
R1#_
```

Il path selezionato è R1-R4-R9. Segue la configurazione su R1.

Esempio: Scelta dell'LSP (4)

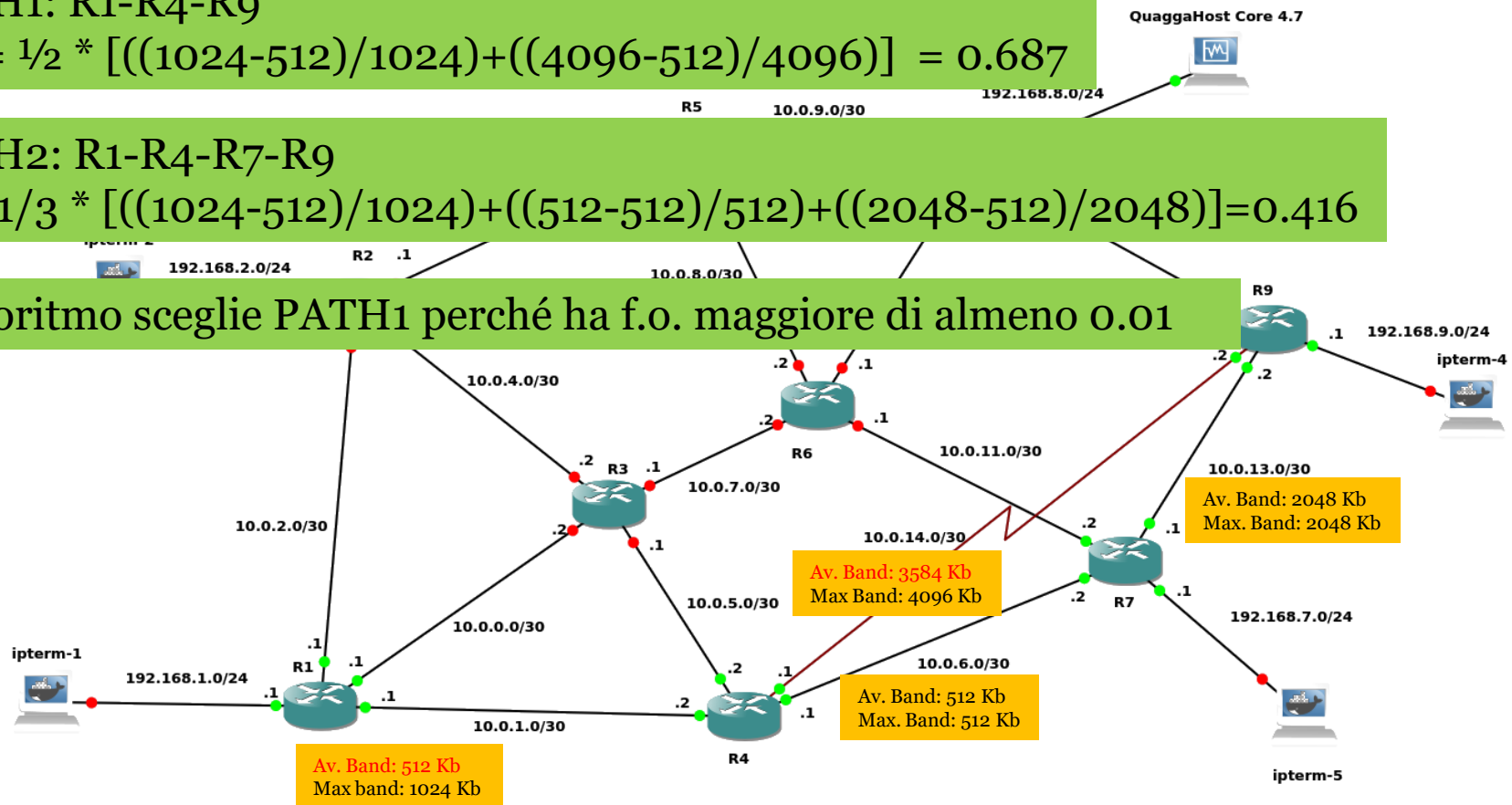
PATH1: R1-R4-R9

$$f.o. = \frac{1}{2} * [((1024-512)/1024) + ((4096-512)/4096)] = 0.687$$

PATH2: R1-R4-R7-R9

$$f.o. = \frac{1}{3} * [((1024-512)/1024) + ((512-512)/512) + ((2048-512)/2048)] = 0.416$$

l'algoritmo sceglie PATH1 perché ha f.o. maggiore di almeno 0.01



Esempio: Scelta dell'LSP (5)



Scegliamo di creare un altro tunnel tra R1 ed R9 con capacità 512Kb

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
R1#
10.0.14.2

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Exit
Enter your option and press [ENTER]: 3

Insert Ingress RouterID:      172.16.1.1
Insert Egress RouterID:      172.16.1.9
Insert Bandwidth (Kbps):      512

Building Up Network Topology...
```


Esempio: Scelta dell'LSP (6)



Il path selezionato è nuovamente R1-R4-R9.
Segue la configurazione su R1.

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

Username:

R1(config)#interface tunnel1
R1(config-if)#ip unnumbered loopback0
R1(config-if)#tunnel destination 172.16.1.9
R1(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng bandwidth 512
R1(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name pathb
R1(config-if)#exit
R1(config)#ip explicit-path name pathb enable
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.1.2
Explicit Path name pathb:
  1: next-address 10.0.1.2
R1(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.14.2
Explicit Path name pathb:
  1: next-address 10.0.1.2
  2: next-address 10.0.14.2
R1(cfg-ip-expl-path)#exit
R1(config)#exit
R1#_
```




Esempio: Scelta dell'LSP (7)

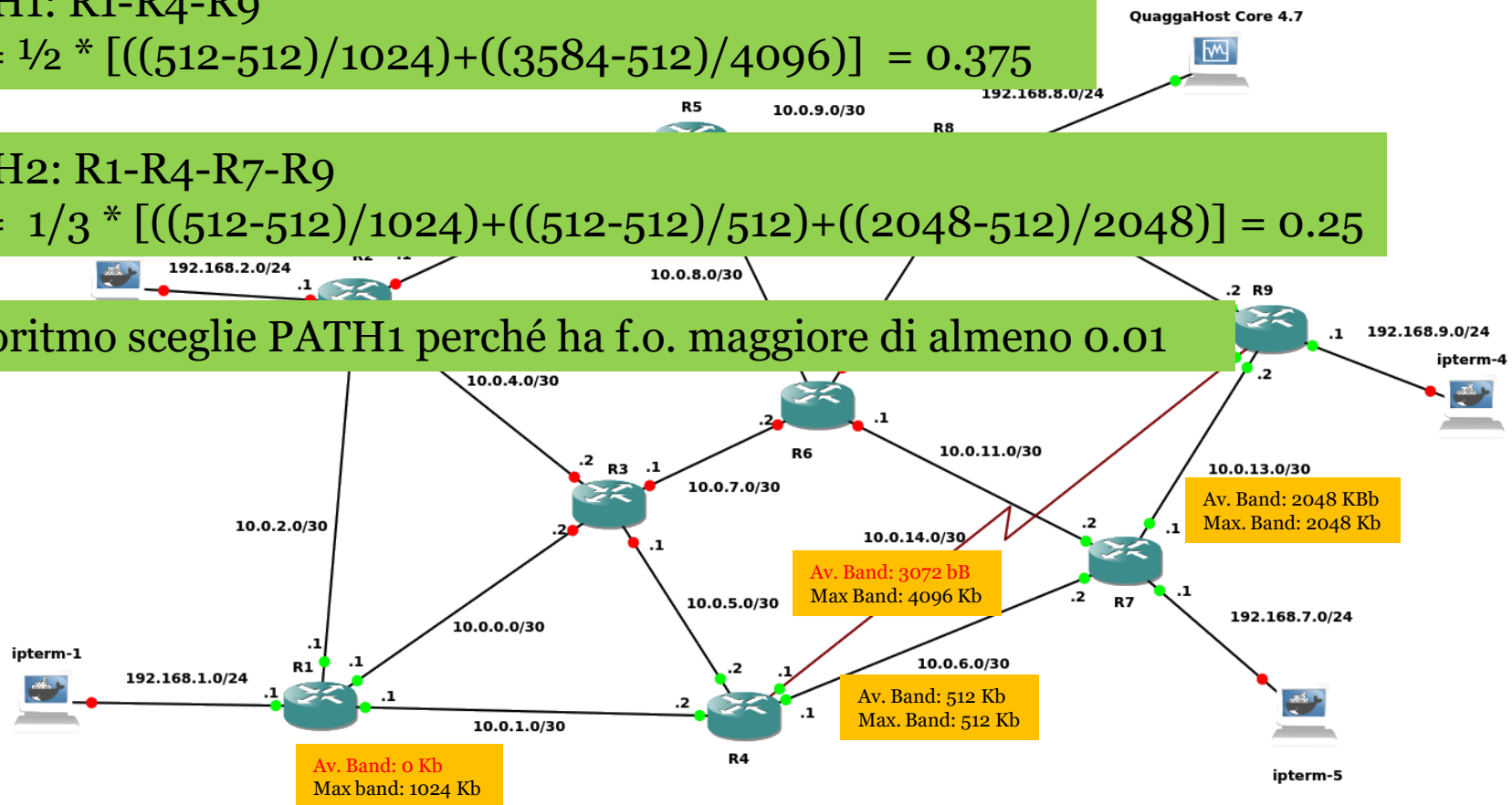
PATH1: R1-R4-R9

$$\text{f.o.} = \frac{1}{2} * [((512-512)/1024) + ((3584-512)/4096)] = 0.375$$

PATH2: R1-R4-R7-R9

$$\text{f.o.} = \frac{1}{3} * [((512-512)/1024) + ((512-512)/512) + ((2048-512)/2048)] = 0.25$$

l'algoritmo sceglie PATH1 perché ha f.o. maggiore di almeno 0.01

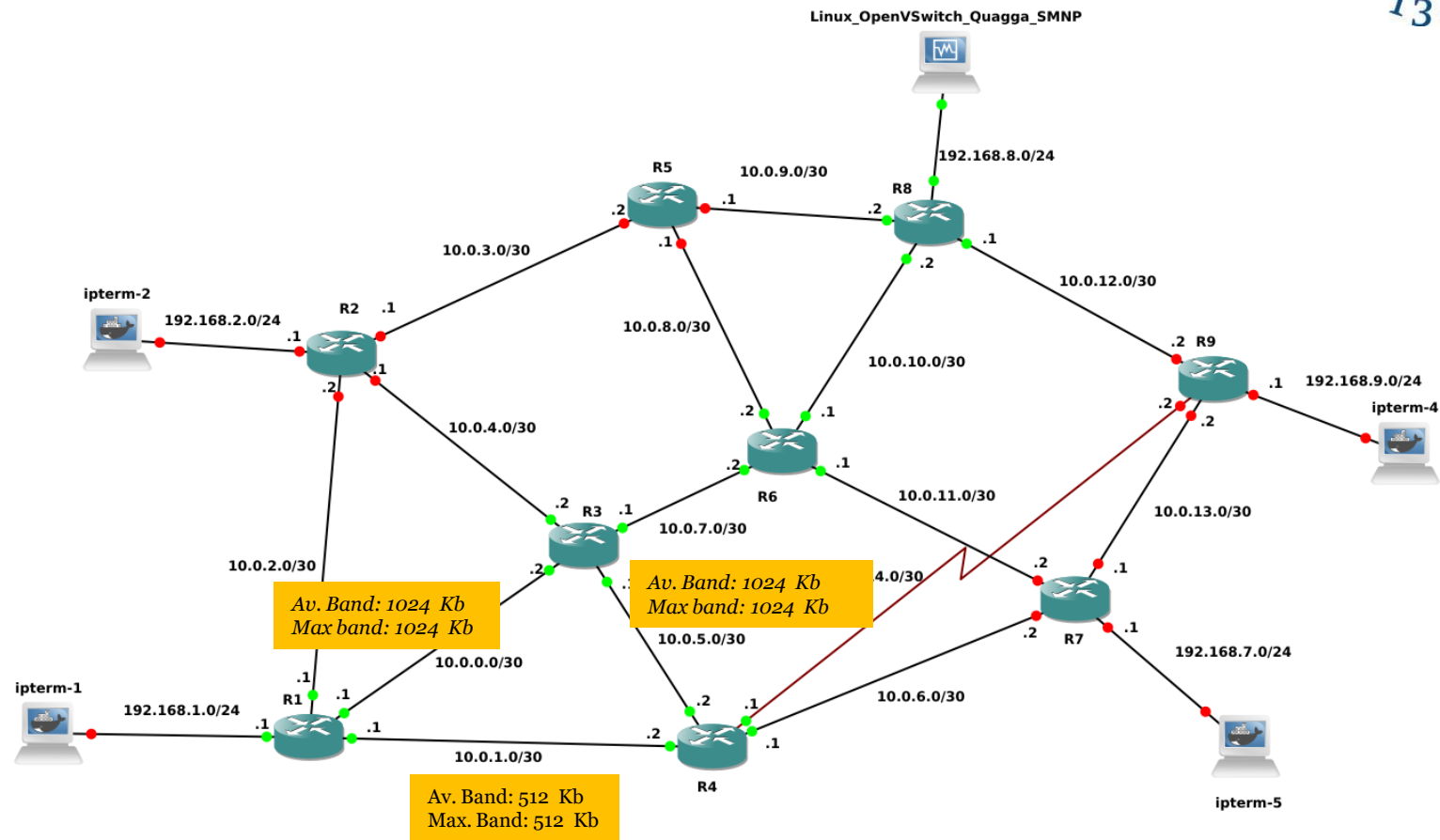


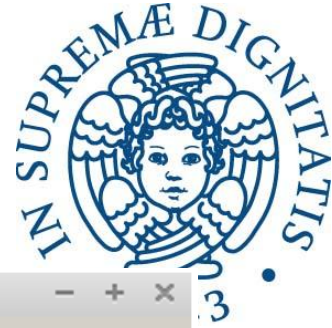
Creazione di un LSP (7)



- Se il valore della funzione obiettivo differisce per meno di un centesimo (1%), i due path sono considerati equivalenti.
- In caso di path equivalenti viene scelto come path migliore quello con il minor numero di hop.

Esempio: Scelta dell'LSP





Esempio: Scelta dell'LSP (1)

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help
172.16.1.8      10.0.10.1      2048000
172.16.1.3      10.0.7.2       512000
4096000

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Exit
Enter your option and press [ENTER]: 3

Insert Ingress RouterID:      172.16.1.4
Insert Egress RouterID:      172.16.1.1
Insert Bandwidth (Kbps):      256

Building Up Network Topology...
```

Scegliamo di creare un tunnel tra R4 ed R1 con capacità 256Kb

Esempio: Scelta dell'LSP (2)



Il path selezionato è R4-R3-R1. Segue la configurazione su R4.

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

Username:

R4#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#interface tunnel0
R4(config-if)#ip unnumbered loopback0
R4(config-if)#tunnel destination 172.16.1.1
R4(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng
R4(config-if)#tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
R4(config-if)#tunnel mpls traffic-eng bandwidth 256
R4(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name patha
R4(config-if)#exit
R4(config)#ip explicit-path name patha enable
R4(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.5.1
Explicit Path name patha:
  1: next-address 10.0.5.1
R4(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.0.1
Explicit Path name patha:
  1: next-address 10.0.5.1
  2: next-address 10.0.0.1
R4(cfg-ip-expl-path)#exit
R4(config)#exit
R4#_
```



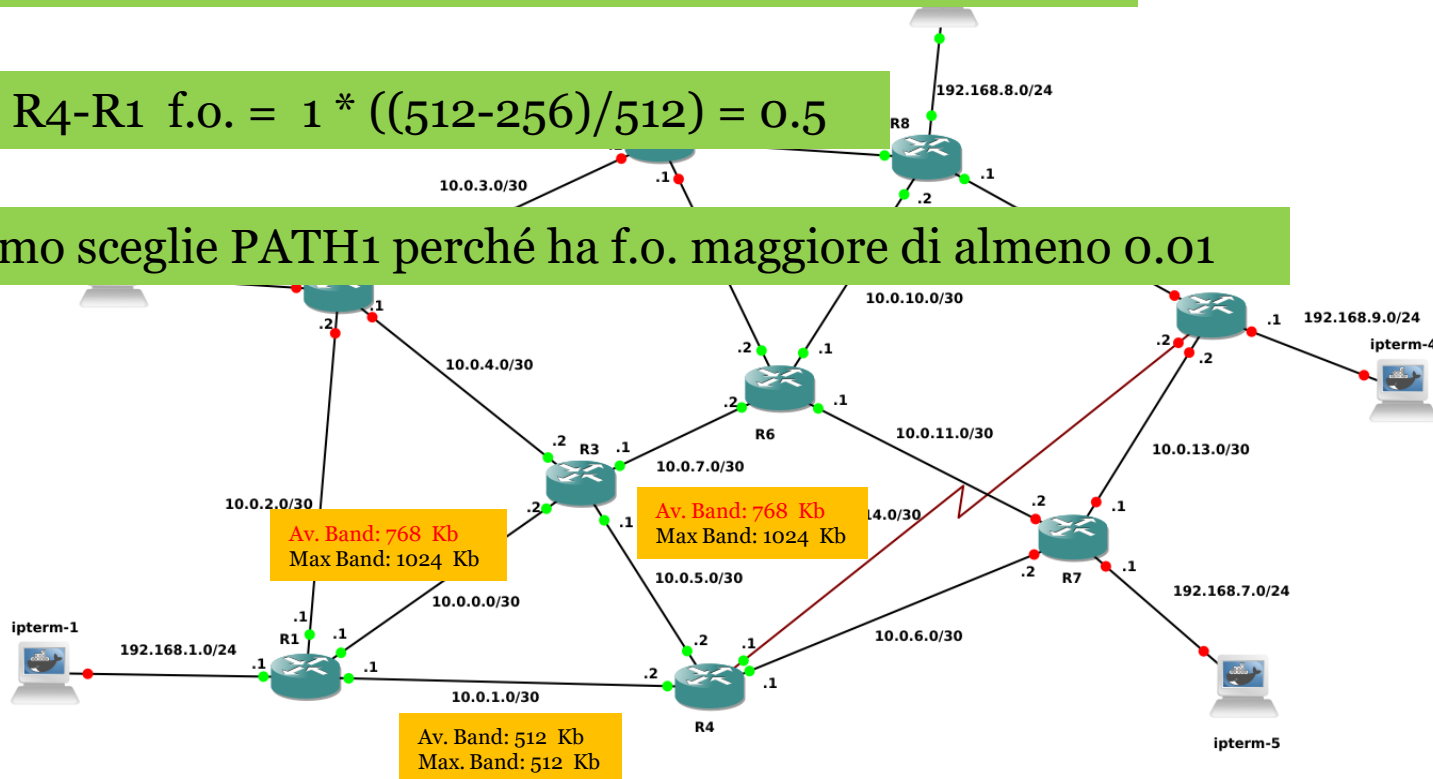
Esempio: Scelta dell'LSP (3)

PATH1: R4-R3-R1

f.o. = $\frac{1}{2} * [((1024-256)/1024) + ((1024-256)/1024)] = 0.75$

PATH2: R4-R1 f.o. = $1 * ((512-256)/512) = 0.5$

l'algoritmo sceglie PATH1 perché ha f.o. maggiore di almeno 0.01



Esempio: Scelta dell'LSP (4)



Scegliamo di creare un altro tunnel tra R4 ed R1 con capacità 256Kb

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

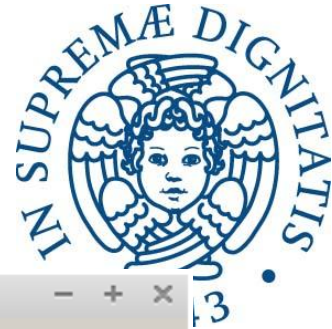
172.16.1.8      10.0.10.1      2048000
172.16.1.3      10.0.7.2       512000

===== Welcome to Tool Help Tool!=====

Available commands:
1) Show Network Topology
2) Show Router Connections
3) Create Tunnel MPLS-TE
4) Refresh Network Topology
5) Exit
Enter your option and press [ENTER]: 3

Insert Ingress RouterID:      172.16.1.4
Insert Egress RouterID:      172.16.1.1
Insert Bandwidth (Kbps):      256

Building Up Network Topology...
```



Esempio: Scelta dell'LSP (5)

```
Linux_OpenVSwitch_Quagga_SMNP [Running] - Oracle VM VirtualBox
File Machine View Input Devices Help

Username:
Username: user
Password:
R4#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#interface tunnel1
R4(config-if)#ip unnumbered loopback0
R4(config-if)#tunnel destination 172.16.1.1
R4(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng
R4(config-if)#tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
R4(config-if)#tunnel mpls traffic-eng bandwidth 256
R4(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name pathb
R4(config-if)#exit
R4(config)#ip explicit-path name pathb enable
R4(cfg-ip-expl-path)#next-address 10.0.1.1
Explicit Path name pathb:
  1: next-address 10.0.1.1
R4(cfg-ip-expl-path)#exit
R4(config)#exit
R4#_
```

Il path selezionato adesso è R4-R1. Segue la configurazione su R4.



Esempio: Scelta dell'LSP (6)

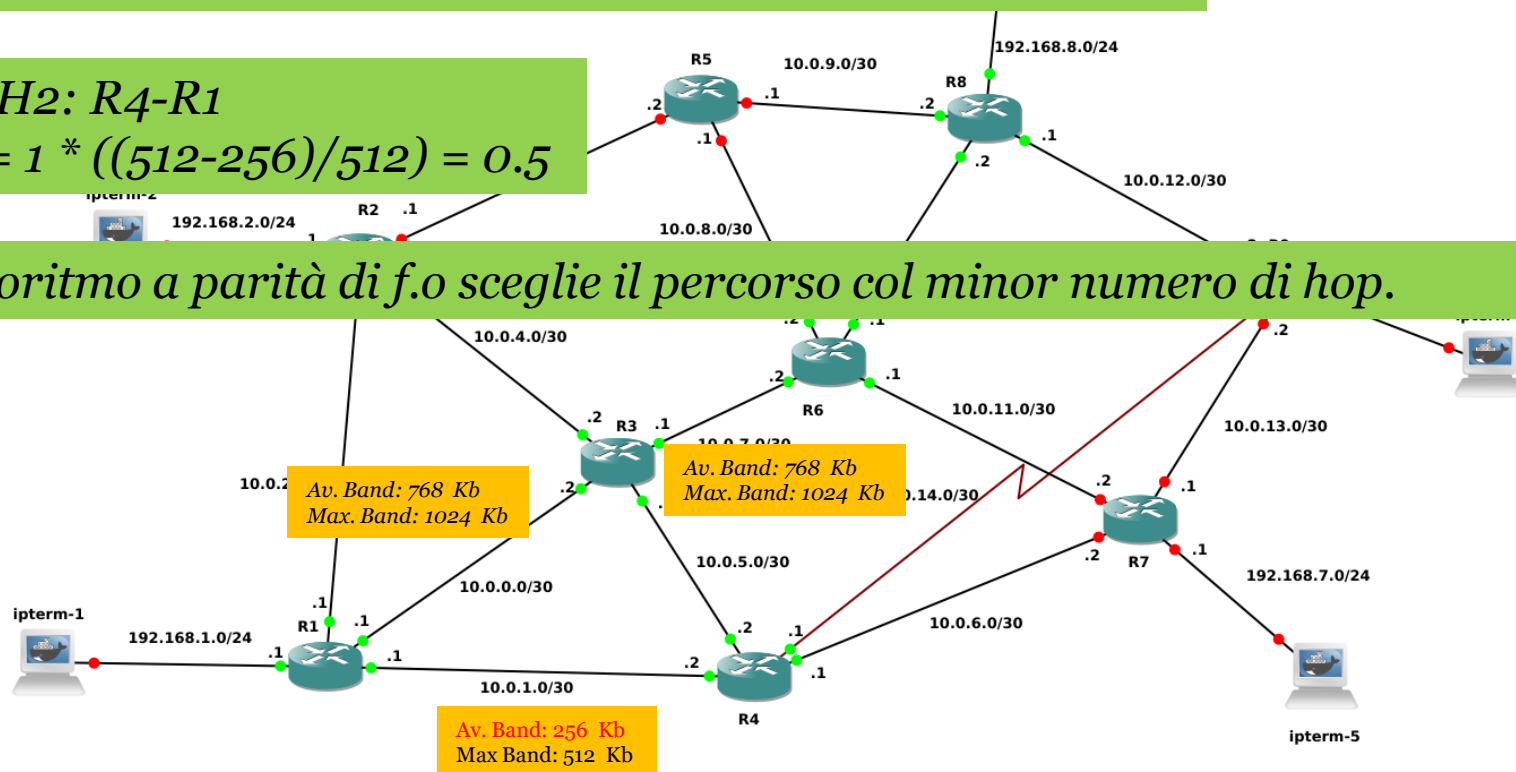
PATH1: R4-R3-R1

$$f.o. = \frac{1}{2} * [((768-256)/1024) + ((768-256)/1024)] = 0.5$$

PATH2: R4-R1

$$f.o. = 1 * ((512-256)/512) = 0.5$$

l'algoritmo a parità di f.o. sceglie il percorso col minor numero di hop.





La consistenza dei dati

Dal momento in cui l'utente richiede la configurazione di un LSP al momento in cui il router di ingress viene contattato ci potrebbero essere cambiamenti topologici della rete:

- Un router appartenente all'LSP individuato potrebbe essere non più raggiungibile.
- *Il tool provvede ad aggiornare le capacità residue sui router coinvolti solo se la configurazione dell'LSP è andata a buon fine*



La consistenza dei dati (2)

Topologia e capacità residue vengono comunque aggiornate nei seguenti casi:

1. *Automaticamente all'avvio.*
2. *Automaticamente in seguito alla richiesta di creazione di un tunnel.*
3. *On-demand, tramite il comando 4 del tool.*

FINE

Basile Mariano, Buono Angelo

