

19 Aprile 2024

La Galassia del Routing IP

Il cuore dell'Internet



VII[^] puntata - OSPF per IPv6 (OSPFv3)

Tiziano Tofoni

Note di *Copyright*

- Questo insieme di diapositive è protetto dalle leggi sul *copyright* e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i *copyright* relativi alle diapositive (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo), in accordo con gli artt. 12 e seguenti della Legge 633/1941, **sono di proprietà dell'autore Tiziano Tofoni** (di seguito 'l'autore').
- Le diapositive **possono essere utilizzate esclusivamente per scopi di studio nell'ambito dei corsi tenuti dall'autore.**
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti ottici/magnetici, su reti di calcolatori o stampate) in toto o in parte **è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte dell'autore.**
- L'informazione contenuta in queste diapositive è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. **L'autore non si assume alcuna responsabilità per il contenuto di queste diapositive** (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste diapositive.
- In ogni caso **questa nota di *copyright* non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.**

Di cosa parlerò ...

#1

Concetti generali

#2

Confronto con OSPFv2

#3

Link State Advertisement (LSA)

#4

Configurazione e *troubleshooting*

Generalità

- OSPF versione 3 (OSPFv3) è la **nuova versione di OSPF sviluppata appositamente per il trasporto di informazioni di routing IPv6**
 - NOTA: è stata sviluppata anche una versione multiprotocollo di OSPFv3 (vedi RFC 5838 *Support of Address Families in OSPFv3*, Aprile 2010), per cui OSPFv3 può anche essere utilizzato in ambiente IPv4
- Riprende i concetti base di OSPFv2, con molti miglioramenti
 - OSPFv3 **si avvicina molto al modello di funzionamento di IS-IS**
- Utilizza **direttamente IPv6** per il trasporto dei messaggi
- Coesiste con OSPFv2, nel senso che **sono due protocolli completamente separati** (diversi LSDB, adiacenze, topologia, aree, ecc.)
 - Questo permette una più veloce introduzione in rete (*Ships-in-the-night*)

Trasporto dei messaggi

- I messaggi OSPFv3 sono **incapsulati direttamente in pacchetti IPv6 con *Next Header* = 89**

- **IPv6 sorgente:** *Link-Local*
- **IPv6 destinazione:** LLA/ff02::5/ff02::6
- **Traffic Class:** 11000000b (= DSCP CS6 + 00)
- **Hop limit:** 1
- **Next Header:** 89 (=0x59)



Analisi *wireshark* di un messaggio OSPFv3

Ethernet II, Src: 50:26:00:0d:00:01 (50:26:00:0d:00:01), Dst: IPv6mcast_05 (**33:33:00:00:00:05**)

Internet Protocol Version 6, Src: fe80::5226:ff:fe0d:1, Dst: ff02::5

0110 = Version: 6

.... 1100 0000 = **Traffic Class: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)**

..... 0000 0000 0000 0000 0000 = Flow Label: 0x00000

Payload Length: 40

Next Header: OSPF IGP (89)

Hop Limit: 1

Source: fe80::5226:ff:fe0d:1

Destination: ff02::5

[Source SA MAC: 50:26:00:0d:00:01 (50:26:00:0d:00:01)]

Open Shortest Path First

OSPF Header

Version: 3

... < resto dell'output omezzo > ...

Di cosa parlerò ...

#1

Concetti generali

#2

Confronto con OSPFv2

#3

Link State Advertisement (LSA)

#4

Configurazione e *troubleshooting*

OSPFv3 e OSPFv2: confronto (1/2)

- Aspetti comuni
 - Stessi **tipi di sotto-reti**
 - Stessi **messaggi**
 - Stessi **sotto-protocolli**
 - Stesso **meccanismo di scoperta dei *neighbor* e formazione delle adiacenze**
 - Stessi criteri per **l'elezione di DR e BDR**
 - Stessi **meccanismi per la costruzione del LSDB**
 - Stesso **algoritmo di ricerca del percorso ottimo (Dijkstra)**
 - Stessa struttura **gerarchica a due livelli**
 - Supporto dello **stesso tipo di aree**
 - Stessa **tipologia di percorsi**

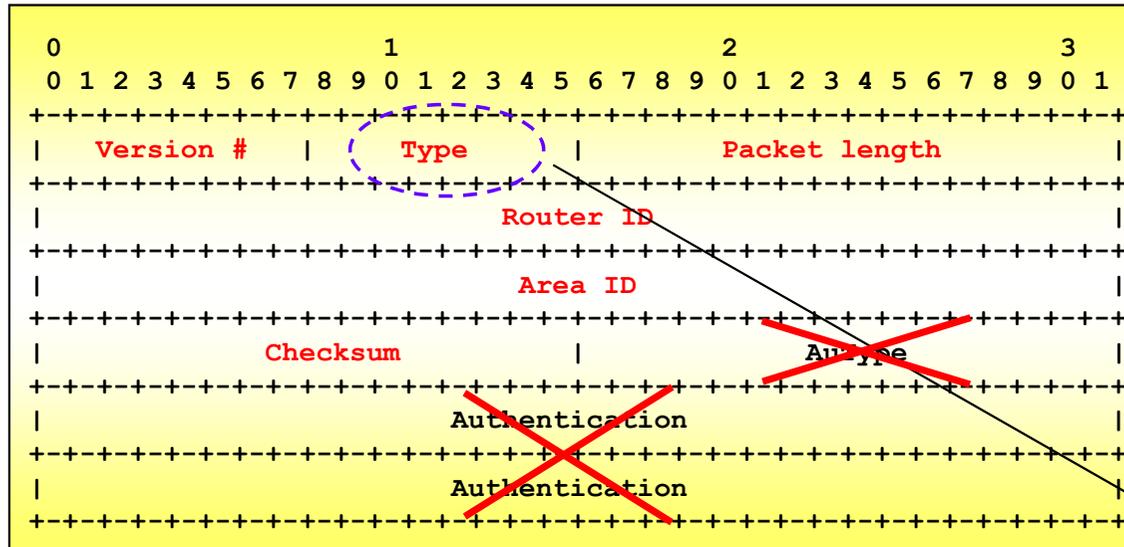
OSPFv3 e OSPFv2: confronto (2/2)

- Differenze

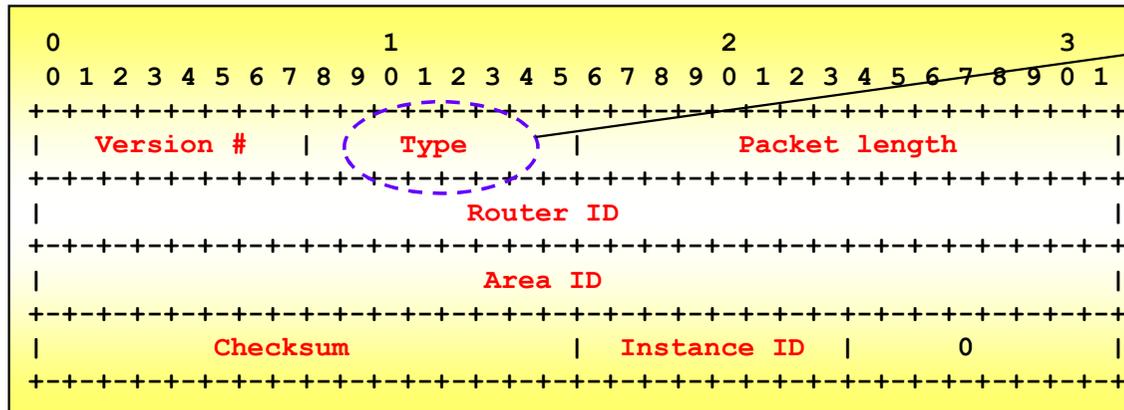
- OSPFv3 *esegue l'algoritmo SPF per link*, non per *subnet* come in OSPFv2
- È possibile definire *più istanze OSPFv3 sullo stesso link*
- Utilizza indirizzi IPv6 *Link-Local* e *well-known IPv6 multicast*
- In OSPFv3 sono state *eliminate le procedure di autenticazione dei messaggi*
 - OSPFv3 utilizza le funzioni di sicurezza di IPsec
- I router OSPFv3 sono sempre *identificati dal Router-ID (RID)*, che rimane di *lunghezza 32 bit*
- I *Router Link e Network Link LSA* trasportano *solo informazioni topologiche* e non anche informazioni sui prefissi direttamente connessi come in OSPFv2

XXX

OSPFv2 (24 byte)



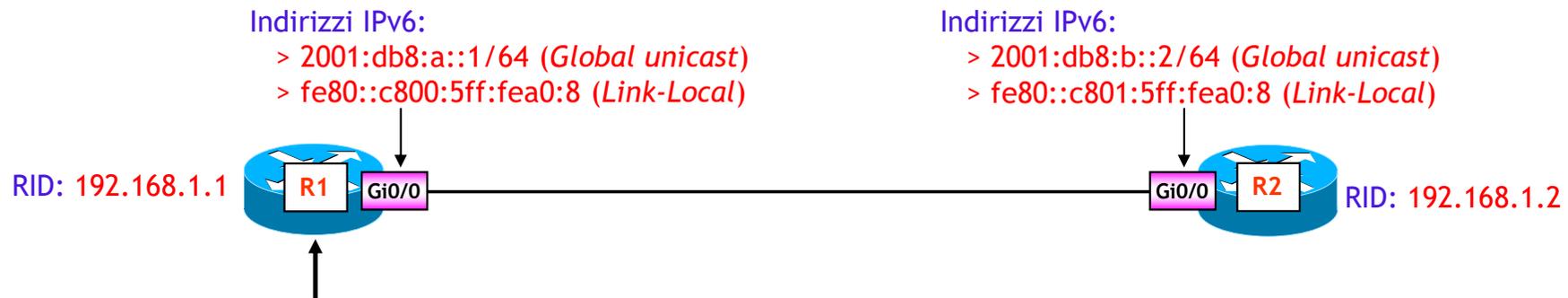
OSPFv3 (16 byte)



- 1 = Hello
- 2 = DDP
- 3 = LSR
- 4 = LSU
- 5 = LSAck

Esecuzione dell'algoritmo SPF per *link*

- L'adiacenza viene stabilita **sulla sola base degli indirizzi *Link-Local***
- Le *subnet* IPv6 che contengono gli indirizzi IPv6 delle interfacce agli estremi del collegamento **sono viste come normali reti direttamente connesse**

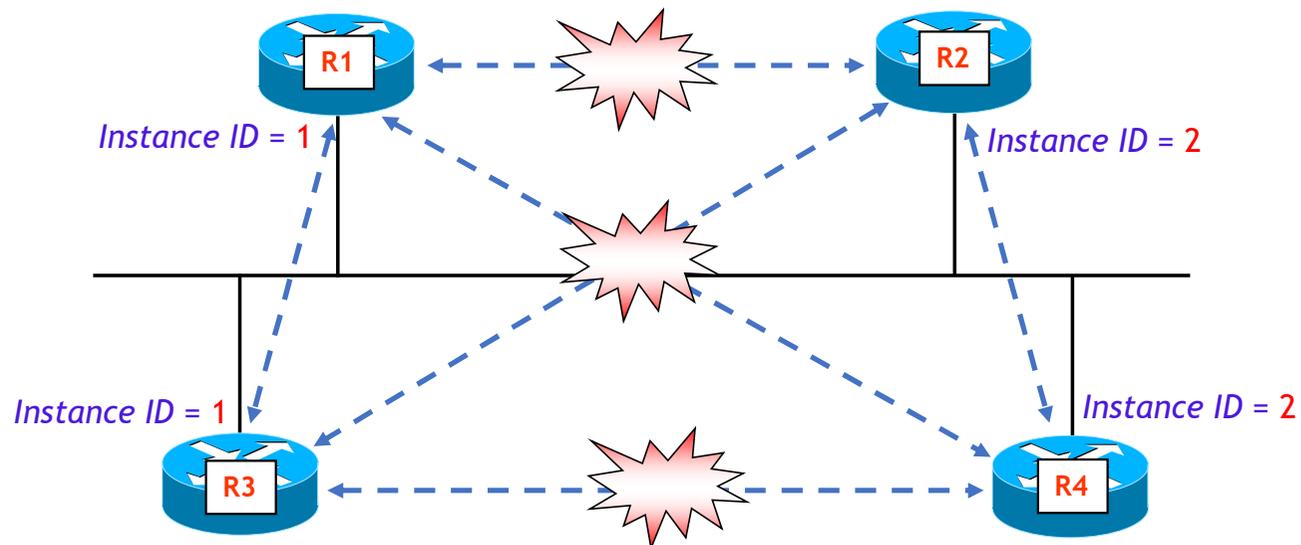


```
R1# show ipv6 ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Interface ID  Interface
192.168.1.2      1    FULL/-         00:00:33    6             GigabitEthernet0/0

R1# show ipv6 route ospf
... < legenda omessa > ...
O   2001:DB8:B::/64 [110/2]
    via FE80::C801:5FF:FEA0:8, GigabitEthernet0/0
```

Istanze multiple di processi OSPFv3

- In OSPFv3 è possibile definire sullo stesso *link* (es. segmento Ethernet) più istanze di processi OSPFv3
 - Per stabilire una adiacenza è necessario (ma non sufficiente) che i valori di *Instance ID* coincidano



Vengono stabilite le adiacenze solo tra router che hanno l'interfaccia sul *link* con identico *Instance ID*

Di cosa parlerò ...

#1

Concetti generali

#2

Confronto con OSPFv2

#3

Link State Advertisement (LSA)

#4

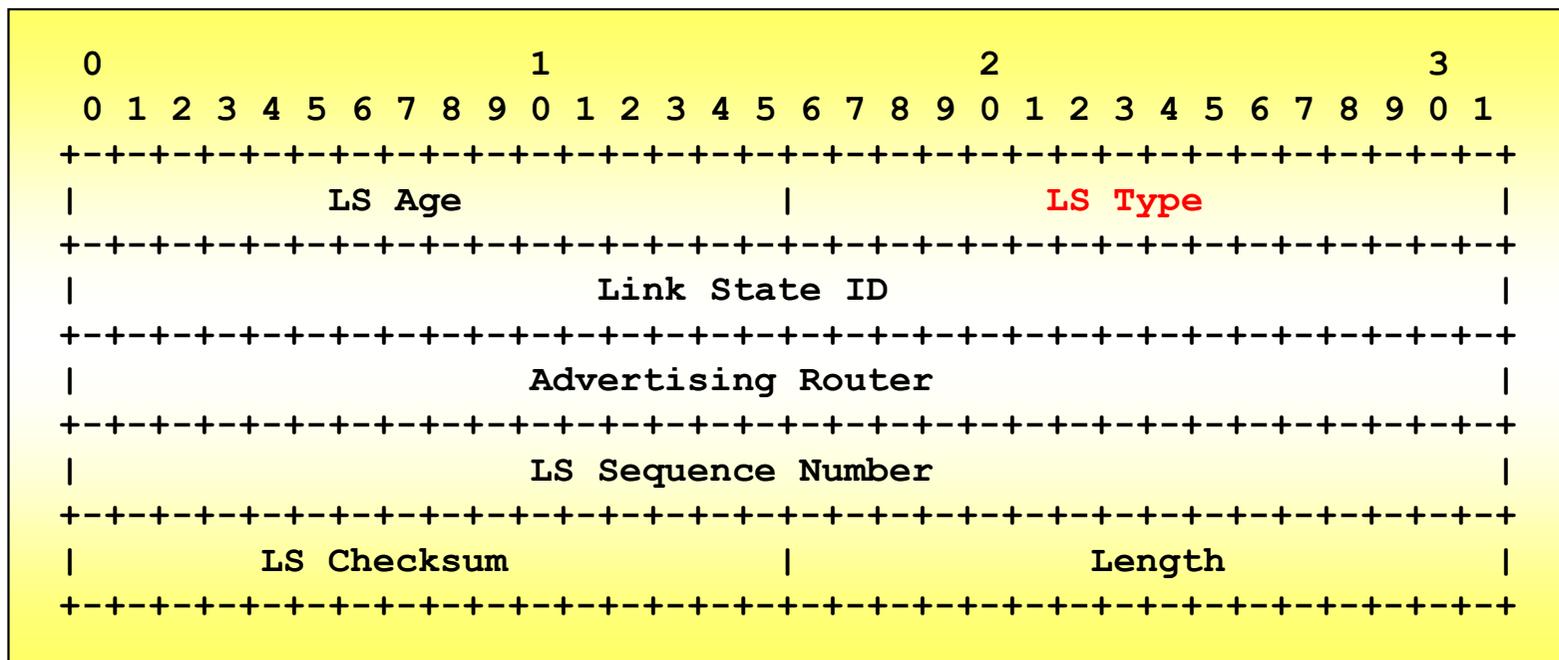
Configurazione e *troubleshooting*

Aspetti generali

- OSPFv3 ha introdotto **alcune modifiche ai LSA**
 - È cambiato lo scopo di alcuni LSA
 - Per alcuni è stato cambiato il solo nome
 - Ne sono stati introdotti di nuovi
 - È stato eliminato il LSA di tipo 6 (utilizzato dal Multicast OSPF, non utilizzato nelle applicazioni pratiche)
- Sono stati definiti **tre ambiti di propagazione**
 - *Link-local* / *Area* / *AS*
- È stato definito come **gestire LSA non riconosciuti** dall'implementazione OSPF

Intestazione comune dei LSA

- Formato identico ai LSA di OSPFv2 a parte il campo *LS Type*, che sostituisce i campi *Options* e *Type* di OSPFv2
- Ogni LSA è *identificato univocamente* nel LSDB dalla terna <*Link State ID* ; *LS Type* ; *Advertising Router*>

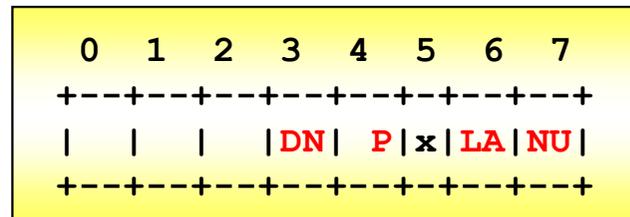


Rappresentazione dei prefissi IPv6

- In OSPFv3 i prefissi IPv6 sono sempre rappresentati dalla terna

< *Prefix Length* ; *Prefix Options* ; *Address Prefix* >

- Prefix Length*: è un campo di 8 bit che indica la lunghezza del prefisso IPv6 (valore compreso tra 0 e 128)
- Prefix Options*: è un campo di 8 bit costituito da 4 *flag* (DN, P, LA, NU):

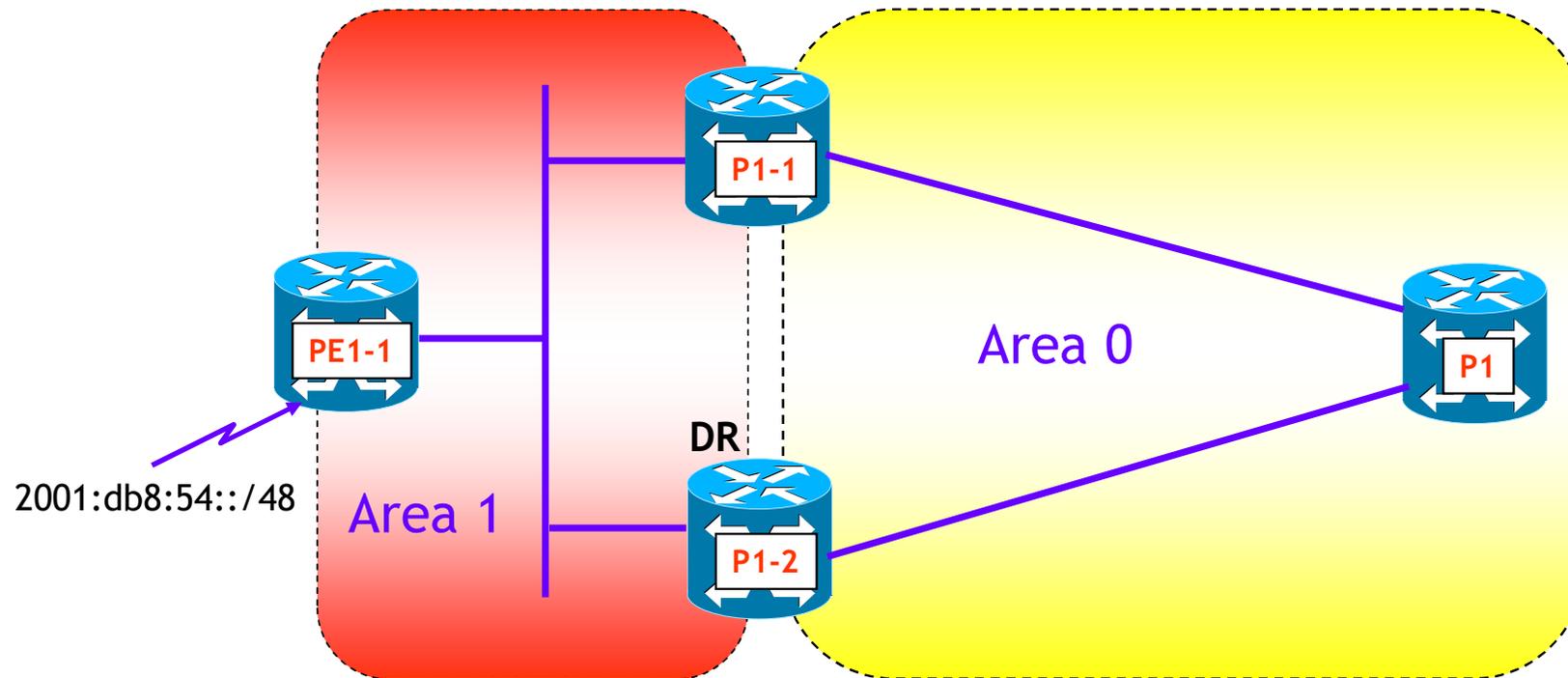


- Address Prefix*: è un campo di lunghezza pari a un multiplo di 32 bit contenente il prefisso più eventuali zeri finali per raggiungere il multiplo di 32 bit

I LSA in OSPFv3

LSA	LS Type	Equiv. OSPFv2	
Router-LSA	0x2001	=	
Network-LSA	0x2002	=	
Inter-Area-Prefix-LSA	0x2003	Summary Link	} Nomi nuovi
Inter-Area-Router-LSA	0x2004	ASBR Summary	
AS-External-LSA	0x4005	=	
Group-Membership-LSA	0x2006	=	} Eliminato
NSSA-External-LSA	0x2007	=	
Link-LSA	0x0008	N.A.	} Nuovi
Intra-Area-Prefix-LSA	0x2009	N.A.	

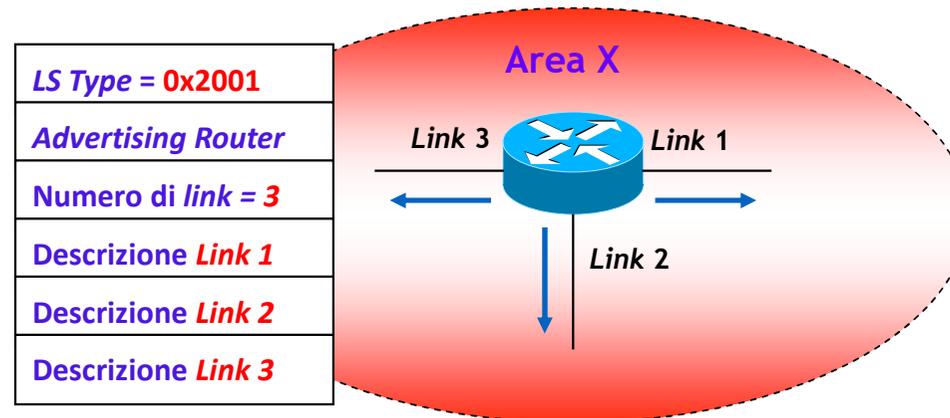
Rete esempio



RID P1-x = 192.168.1.1x
RID PE1-1 = 192.168.0.11
RID P1: 192.168.3.1

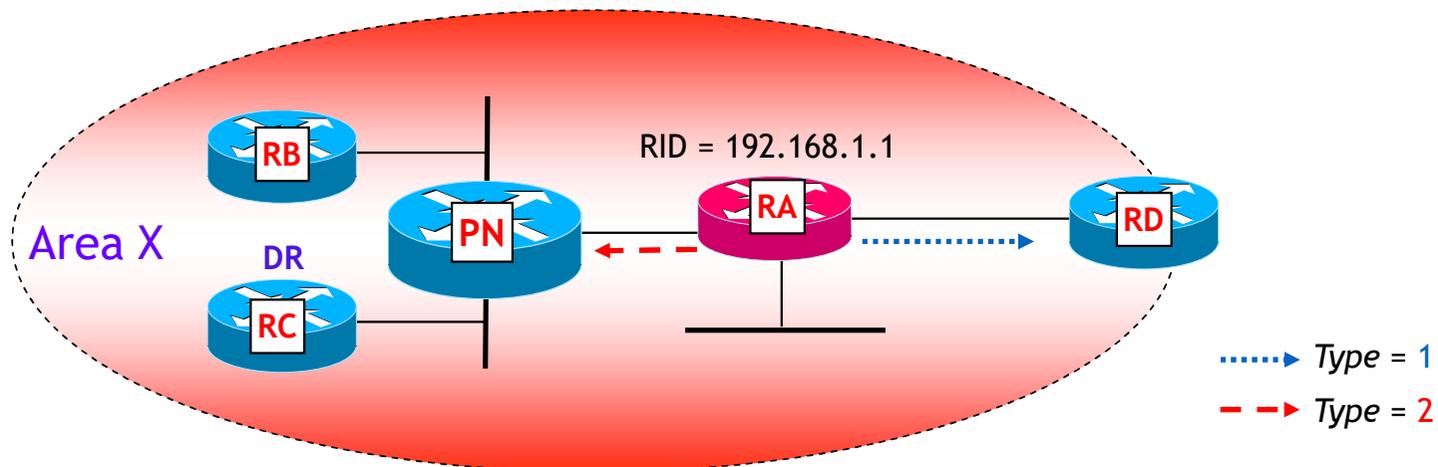
Router-LSA

- I *Router-LSA* sono generati da ogni router e **propagati solo all'interno dell'area** nella quale vengono generati
- Descrivono i **collegamenti** tra un router ed i suoi vicini
 - Contengono informazioni su **router adiacenti** e le **metriche per raggiungerli**
 - A differenza di OSPFv2 **non contengono informazioni sulle *stub networks***
- Gli ABR generano un *Router-LSA* per **ciascuna area** a cui appartengono



Router-LSA: descrizione dei link

- Un *Router-LSA* permette la descrizione di **3 tipi di link**
 - Connessione **punto-punto** a un altro router (*Type = 1*)
 - Connessione a una rete di **transito** (*Type = 2*)
 - Connessione a un **Virtual Link** (*Type = 4*)
- Esempio: il *Router-LSA* generato da RA contiene **2 Link**



Router-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P1-2#show ospfv3 database router self-originate  
Wed Apr 10 13:48:41.657 UTC
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.1.12) (Process ID TT)
```

Router Link States (Area 0)

```
LS age: 1142  
Options: (V6-Bit E-Bit R-Bit DC-Bit)  
LS Type: Router Links  
Link State ID: 0  
Advertising Router: 192.168.1.12  
LS Seq Number: 80000002  
Checksum: 0xffff  
Length: 40  
Area Border Router  
Number of Links: 1
```

```
Link connected to: another Router (point-to-point)  
Link Metric: 10  
Local Interface ID: 9  
Neighbor Interface ID: 8  
Neighbor Router ID: 192.168.3.1
```

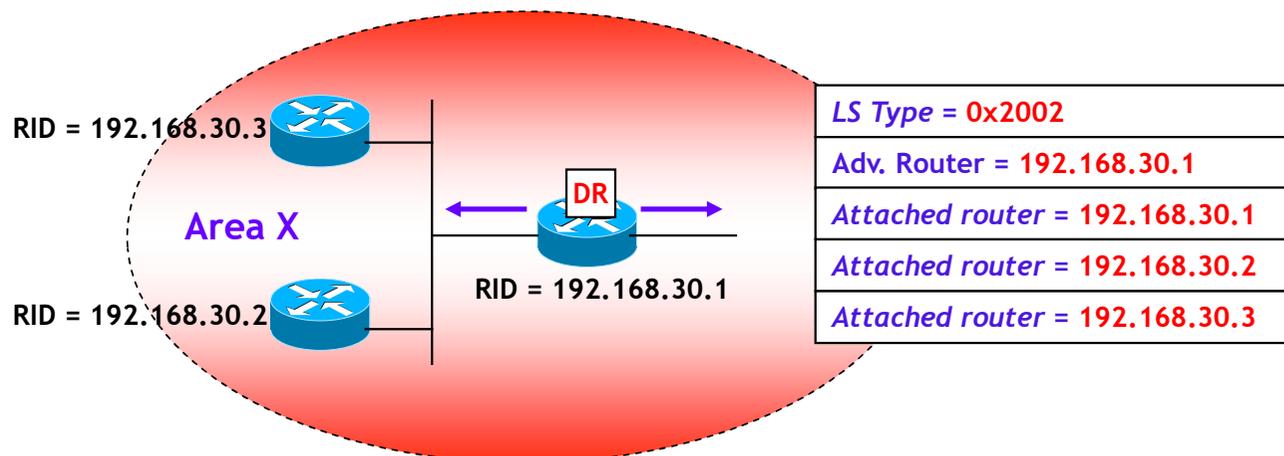
Router Link States (Area 1)

```
LS age: 1105  
Options: (V6-Bit E-Bit R-Bit DC-Bit)  
LS Type: Router Links  
Link State ID: 0  
Advertising Router: 192.168.1.12  
LS Seq Number: 80000003  
Checksum: 0x5f9c  
Length: 40  
Area Border Router  
Number of Links: 1  
  
Link connected to: a Transit Network  
Link Metric: 10  
Local Interface ID: 5  
Neighbor (DR) Interface ID: 5  
Neighbor (DR) Router ID: 192.168.1.12
```

- Router-LSA generati nelle aree 1 e 0 dal router P1-2 (RID = 192.168.1.12)

Network-LSA

- I *Network-LSA* sono generati solo dai *DR* e propagati solo all'interno dell'area nella quale vengono generati
 - Se un router è *DR* per più segmenti LAN, genera un diverso *Network-LSA* per ciascun segmento LAN
 - I *DR* generano comunque *Router-LSA* per descrivere il collegamento verso lo pseudo-nodo e al di fuori dei segmenti LAN di cui è *DR*
- Contengono, come unica informazione, i *RID* dei router connessi al segmento *broadcast*



Network-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P2# show ospfv3 database network
```

```
Wed Apr 10 14:10:03.949 UTC
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.1.12) (Process ID TT)
```

```
Net Link States (Area 1)
```

```
LS age: 389
```

```
Options: (V6-Bit E-Bit R-Bit DC-Bit)
```

```
LS Type: Network Links
```

```
Link State ID: 5 (Interface ID of Designated Router)
```

```
Advertising Router: 192.168.1.12
```

```
LS Seq Number: 80000003
```

```
Checksum: 0xe73f
```

```
Length: 36
```

```
Attached Router: 192.168.1.12
```

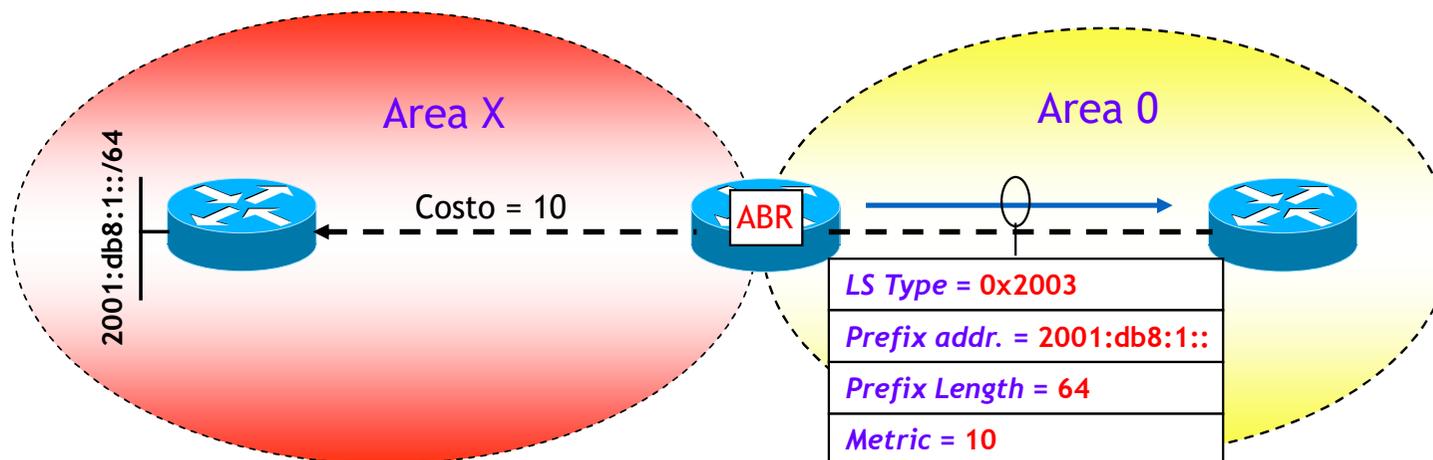
```
Attached Router: 192.168.1.11
```

```
Attached Router: 192.168.0.11
```

- Network-LSA generato nell'Area 1 dal DR P2 (RID = 192.168.1.12), visualizzato nel LSDB del router P2 stesso

Inter-Area-Prefix-LSA

- Gli *Inter-Area-Prefix-LSA* sono generati dagli ABR per annunciare i prefissi inter-area (aggregati o no)
 - Gli *Inter-Area-Prefix-LSA* sono rigenerati dagli ABR su tutte le aree a cui l'ABR è collegato
 - NOTA: non annuncia gli indirizzi *Link-local*
- Contiene *prefisso/lunghezza-maschera* del prefisso IPv6 annunciato e il *costo minimo* tra l'ABR e il prefisso
 - Ogni *Inter-Area-Prefix-LSA* contiene solo le informazioni di un *singolo* prefisso IPv6



Inter-Area-Prefix-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P1# show ospfv3 database inter-area prefix 2001:db8:f::11/128 adv-router 192.168.1.11
Wed Apr 10 14:29:38.809 UTC
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.3.1) (Process ID TT)
```

```
Inter Area Prefix Link States (Area 0)
```

```
Routing Bit Set on this LSA
```

```
LS age: 1575
```

```
LS Type: Inter Area Prefix Links
```

```
Link State ID: 0
```

```
Advertising Router: 192.168.1.11
```

```
LS Seq Number: 80000002
```

```
Checksum: 0xfb2a
```

```
Length: 44
```

```
Metric: 10
```

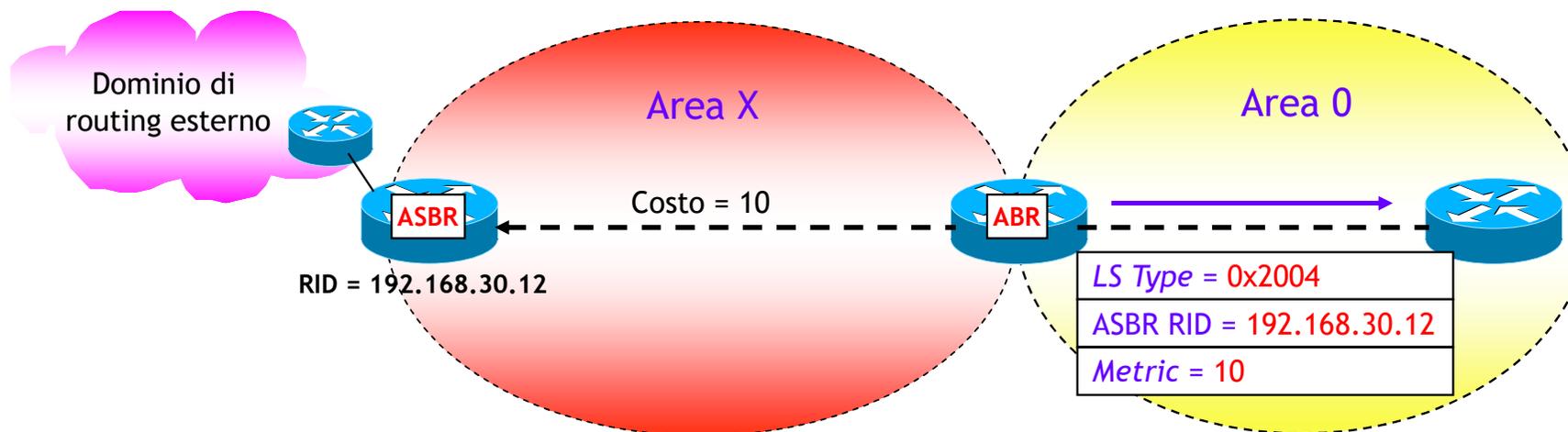
```
Prefix Address: 2001:db8:f::11
```

```
Prefix Length: 128, Options: None, Priority: Medium
```

- *Inter-Area-Prefix-LSA* generato nell'**Area 0** dall'ABR **P1-1** (RID = **192.168.1.11**), visualizzato nel LSDB del router **P1** (RID=**192.168.3.1**), per annunciare il prefisso **2001:db8:f:1::11/128** (=Loopback0 di PE1-1)

Inter-Area-Router-LSA

- Gli *Inter-Area-Router-LSA* sono generati dagli ABR per annunciare la raggiungibilità degli ASBR
 - Le regole di propagazione sono identiche a quelle degli *Inter-Area-Prefix-LSA*
 - Ogni *Inter-Area-Router-LSA* annuncia un singolo ASBR
- Contiene il RID dell'ASBR annunciato e il costo minimo tra l'ABR e l'ASBR



Inter-Area-Router-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P1# show ospfv3 database inter-area router adv-router 192.168.1.11
Wed Apr 10 15:35:05.180 UTC
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.3.1) (Process ID TT)
```

```
Inter Area Router Link States (Area 0)
```

```
Routing Bit Set on this LSA
```

```
LS age: 1239
```

```
Options: (V6-Bit E-Bit R-Bit DC-Bit)
```

```
LS Type: Inter Area Router Links
```

```
Link State ID: 3232235531
```

```
Advertising Router: 192.168.1.11
```

```
LS Seq Number: 80000001
```

```
Checksum: 0x8e10
```

```
Length: 32
```

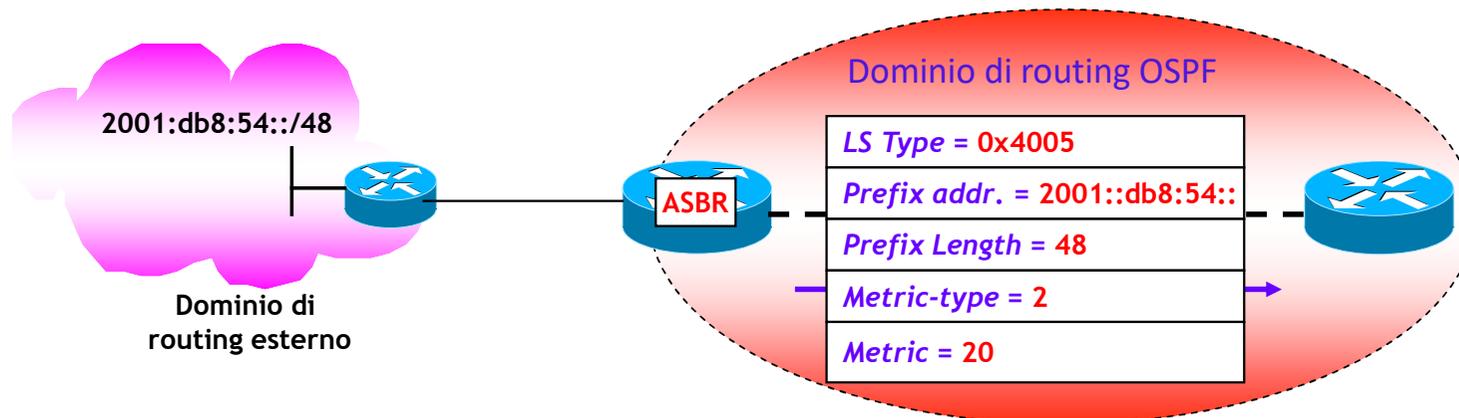
```
Metric: 10
```

```
Destination Router ID: 192.168.0.11
```

- *Inter-Area-Router-LSA* generato nell'Area 0 dall'ABR P1-1 (RID=192.168.1.11), visualizzati nel LSDB del router P1, per annunciare l'ASBR PE1-1 (RID=192.168.0.11)

AS-External-LSA

- Gli *AS-External-LSA* sono generati dagli ASBR per annunciare prefissi IPv6 esterni al dominio di routing OSPFv3
 - Gli *AS-External-LSA* sono gli unici ad essere propagati (via protocollo di *flooding*) in tutto il dominio OSPF
 - Ogni *AS-External-LSA* contiene solo le informazioni di un singolo prefisso IP
 - Può annunciare anche una *default route*
- Contiene *prefisso/lunghezza-maschera*, *tipo di metrica (1 o 2)* e *costo* del prefisso IPv6 annunciato



AS-External-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P1#show ospfv3 database external
Wed Apr 10 16:11:02.422 UTC

      OSPFv3 Router with ID (192.168.3.1) (Process ID TT)

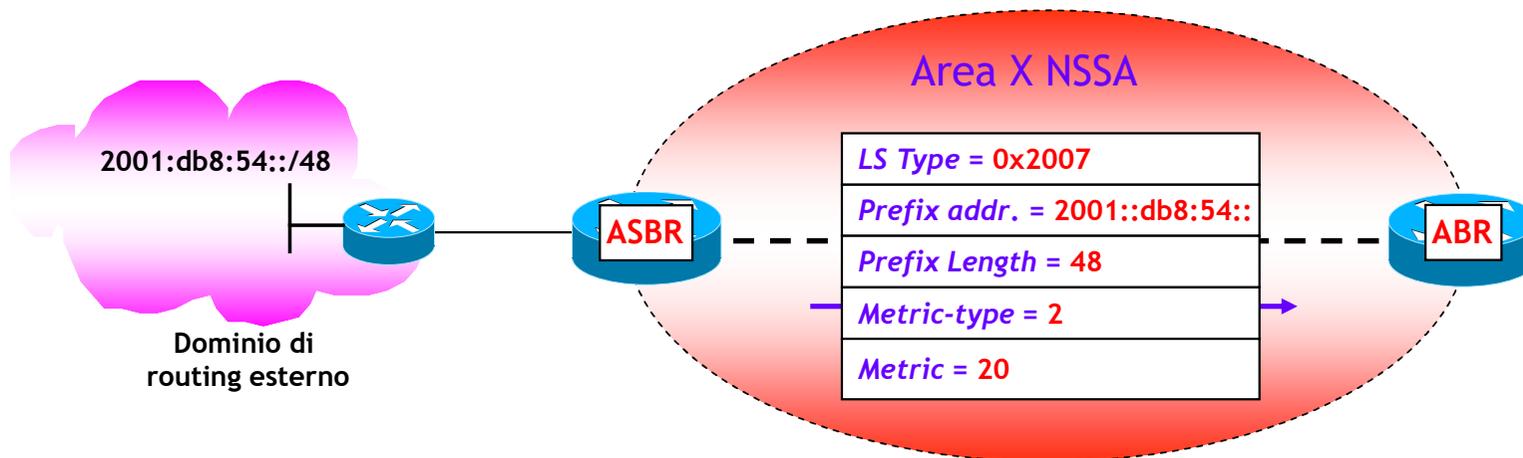
      Type-5 AS External Link States

Routing Bit Set on this LSA
LS age: 1447
LS Type: AS External Link
Link State ID: 0
Advertising Router: 192.168.0.11
LS Seq Number: 80000002
Checksum: 0xa976
Length: 36
Prefix Address: 2001:db8:54::
Prefix Length: 48, Options: None, Priority: Low
Metric Type: 1 (Comparable directly to link state metric)
Metric: 20
External Route Tag: 0
```

- AS-External-LSA generato dall'ASBR PE1-1 (RID = 192.168.0.11), visualizzato nel LSDB del router P1, per annunciare il prefisso esterno 2001:db8:54::/48

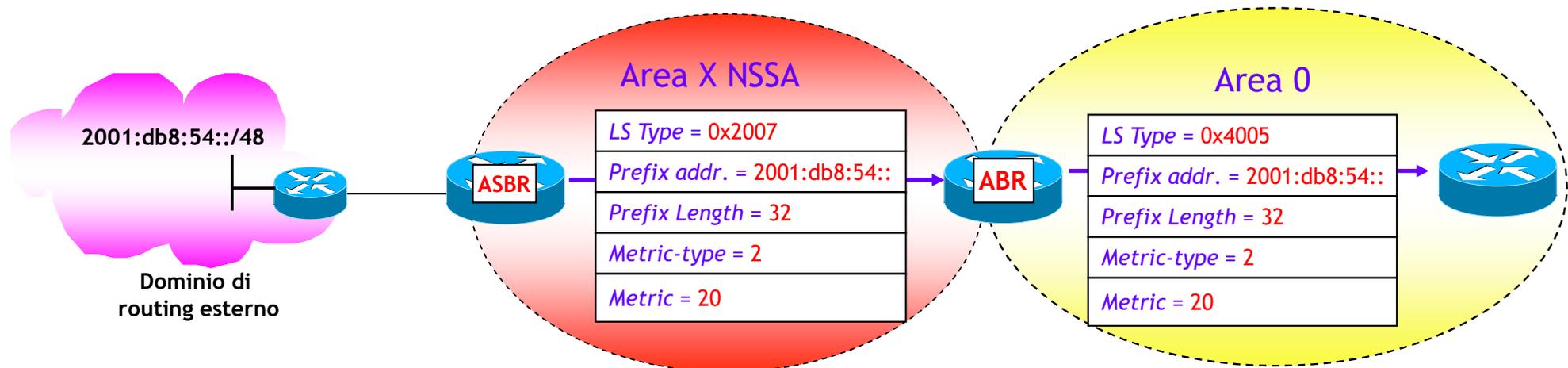
NSSA-External-LSA (1/2)

- Sono generati dagli ASBR per annunciare in una area NSSA prefissi esterni al dominio di routing (AS)
 - Gli *NSSA-External-LSA* non vengono propagati al di fuori dell'area NSSA
 - Ogni *NSSA-External-LSA* contiene solo le informazioni di un *singolo* prefisso
- Il formato è identico a quello di un *AS-External-LSA*



NSSA-External-LSA (2/2)

- Utilizza il **bit P** del campo *PrefixOptions* presente nel LSA
 - Se un ABR dell'area NSSA riceve un *NSSA-External-LSA* con **P = 1**, allora propaga l'informazione in esso contenuta alle altre aree sotto forma di *AS-External-LSA*
 - Viceversa, se **P = 0** il *NSSA-External-LSA* non viene propagato al di fuori dell'area NSSA



NSSA-External-LSA nella rete esempio

```
PE1-1#show ospfv3 database nssa-external

      OSPFv3 1 address-family ipv6 (router-id 192.168.0.11)

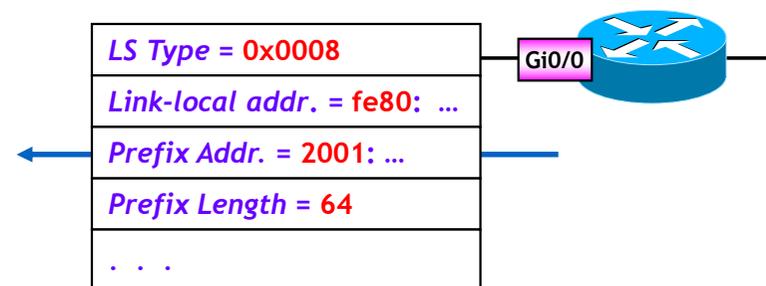
          Type-7 AS External Link States (Area 1)

LS age: 129
LS Type: AS External Link
Link State ID: 1
Advertising Router: 192.168.0.11
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0xE339
Length: 52
Prefix Address: 2001:DB8:54::
Prefix Length: 48, Options: P
Metric Type: 1 (Comparable directly to link state metric)
Metric: 20
Forward Address: 2001:DB8:F::11
```

- *NSSA-External-LSA* generato dall'ASBR PE1-1 (RID = 192.168.0.11), visualizzato nel LSDB del router P1, per annunciare il prefisso esterno 2001:54::/32
 - NOTA: il comando di visualizzazione è stato eseguito dopo aver configurato l'area 1 come NSSA

Link-LSA

- Un router genera un *Link-LSA* per ogni *link* fisico che partecipa al processo OSPFv3
 - Sono **propagati solo sul *link*** descritto nel *Link-LSA* (ambito di propagazione *Link-Local*)
- I *Link-LSA* hanno **due scopi fondamentali** (e altri di minore importanza)
 - Forniscono a tutti gli altri router connessi al *link* l'indirizzo *Link-Local* dell'interfaccia del router connessa al *link*
 - Forniscono a tutti gli altri router connessi al *link* la lista dei prefissi IPv6 *global unicast* e/o *unique local* associati all'interfaccia del router connessa al *link*



Link-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P1-1#show ospfv3 TT 0.0.0.0 database link self-originate  
Wed Apr 10 17:41:36.179 UTC
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.1.11) (Process ID TT)
```

```
Link (Type-8) Link States (Area 0)
```

```
LS age: 986
```

```
Options: (V6-Bit E-Bit R-Bit DC-Bit)
```

```
LS Type: Link-LSA (Interface: GigabitEthernet0/0/0/3)
```

```
Link State ID: 7 (Interface ID)
```

```
Advertising Router: 192.168.1.11
```

```
LS Seq Number: 80000008
```

```
Checksum: 0x9124
```

```
Length: 44
```

```
Router Priority: 1
```

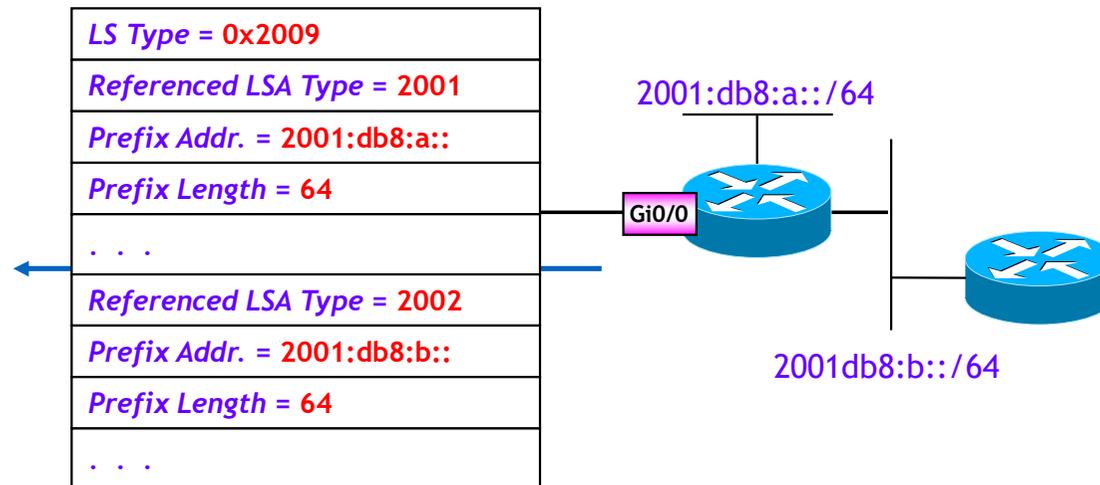
```
Link Local Address: fe80::5205:ff:fe03:4
```

```
Number of Prefixes: 0
```

- *Link-LSA* generato dal router P1-1 (RID = 192.168.1.11) nell'area 0, visualizzato nel LSDB del router P1-1 stesso

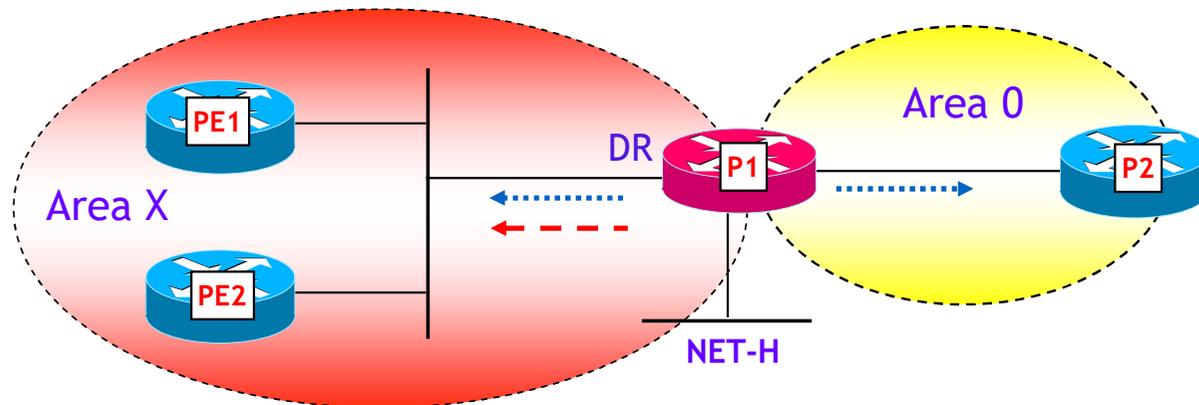
Intra-Area-Prefix-LSA (1/2)

- Gli *Intra-Area-Prefix-LSA* (*LSA Function Code* = 0x2009) sono generati da un router per annunciare i prefissi direttamente connessi (*stub networks*, prefissi di *link broadcast*)
 - Sono propagati solo all'interno dell'area nella quale vengono generati
- Ogni prefisso annunciato via *Intra-Area-Prefix-LSA* è associato o a un *Router-LSA* o a un *Network-LSA*



Intra-Area-Prefix-LSA (2/2)

- Esempio: il router P1 genera *tre Intra-Area-Prefix-LSA*
 - Un *Intra-Area-Prefix-LSA* associato al *Router-LSA* generato nell'Area 0 per annunciare i prefissi IPv6 associati al collegamento punto-punto con P2
 - Un *Intra-Area-Prefix-LSA* associato al *Router-LSA* generato nell'Area 1 per annunciare i prefissi IPv6 associati alla *Stub Network* NET-H
 - Un *Intra-Area-Prefix-LSA* associato al *Network-LSA* generato nell'Area 1 per annunciare i prefissi IPv6 associati al *link broadcast* di cui è DR



- → *Intra-Area-Prefix-LSA* associato a un *Router-LSA*
- - - - → *Intra-Area-Prefix-LSA* associato a un *Network-LSA*

Intra-Area-Prefix-LSA nella rete esempio

```
RP/0/0/CPU0:P1-2# show ospfv3 database prefix self-originate
Wed Apr 10 17:59:14.771 UTC

      OSPFv3 Router with ID (192.168.1.12) (Process ID TT)

      Intra Area Prefix Link States (Area 1)

Routing Bit Set on this LSA
LS age: 1647
LS Type: Intra-Area-Prefix-LSA
Link State ID: 0
Advertising Router: 192.168.1.12
LS Seq Number: 8000000a
Checksum: 0xa0dc
Length: 52
Referenced LSA Type: 2001 ← Intra-Area-Prefix-LSA
Referenced Link State ID: 0
Referenced Advertising Router: 192.168.1.12
Number of Prefixes: 1
Prefix Address: 2001:db8:f:1::12
Prefix Length: 128, Options: LA , Metric: 0, Priority: Medium
```

- *Intra-Area-Prefix-LSA* generato dal router P1-2 (RID = 192.168.1.12), visualizzato nel LSDB del router P2 stesso

Di cosa parlerò ...

#1

Concetti generali

#2

Confronto con OSPFv2

#3

Link State Advertisement (LSA)

#4

Configurazione e *troubleshooting*

Passi di configurazione

1^ Abilitare il processo OSPFv3

```
RP/0/RP0/CPU0:router (config)# router ospfv3 ...
```

2^ (Opzionale) Configurare il Router-ID

```
RP/0/RP0/CPU0:router (config-ospfv3)# router-id ...
```

2^ Assegnare le interfacce alle aree

```
RP/0/RP0/CPU0:router (config-ospfv3)# area ...
```

```
RP/0/RP0/CPU0:router (config-ospfv3-ar)# interface ...
```

4^ Configurare aspetti opzionali del processo OSPFv3
(*Tipi di aree, aggregazione di prefissi, propagazione della default-route, autenticazione dei messaggi, ecc.*)

Abilitazione del processo OSPFv3

- IOS e IOS XE

```
router(config)# ipv6 router ospf process-ID
```

- IOS XR

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# router ospfv3 process-ID
```

- Il valore “**process-ID**” identifica il **processo OSPF** all’interno del router
 - Nell’IOS/IOS XE è un valore nell’intervallo **1+65535**, nell’IOS XR una qualsiasi stringa alfanumerica di **max 40 caratteri**
 - È **locale** al router, non deve essere necessariamente coincidere in tutti i router del dominio OSPF
- L’abilitazione di OSPF **richiede che il processo OSPF sia in grado di stabilire il RID**
 - In caso contrario l’abilitazione di OSPF non ha successo

Configurazione del *Router-ID*

- Il *router-ID* ha **lunghezza 32 bit** e viene **rappresentato con la stessa notazione degli indirizzi IPv4**
- **NOTA IMPORTANTE:** la determinazione del *Router-ID* è un **passo obbligatorio** altrimenti il processo OSPFv3 non viene inizializzato
 - La procedura seguita per la determinazione del *Router-ID* è identica a quella di OSPFv2: prima scelta il comando manuale, seconda scelta l'indirizzo IPv4 più alto di una interfaccia di *Loopback*, terza scelta l'indirizzo IPv4 più alto di una interfaccia fisica *up/up*
 - *Best-practice:* **configurarlo manualmente**
- IOS e IOS XE

```
router(config)# ipv6 router ospf numero-processo  
router(config-rtr)# router-id RID
```

- IOS XR

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# router ospfv3 process-ID  
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3)# router-id RID
```

Assegnazione delle interfacce alle aree

- IOS e IOS XE

```
router(config)# interface tipo slot/port/adapter
router(config-if)# ipv6 ospf numero-processo area area-ID [instance istanza]
```

- IOS XR

```
RP/0/RP0/CPU0:router(config)# router ospfv3 process-ID
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3)# [instance istanza]
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3)# area area-ID
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3-ar)# [instance istanza]
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3-ar)# interface tipo numero
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3-ar-if)# [instance istanza]
. . .
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3-ar)# interface tipo numero
RP/0/RP0/CPU0:router(config-ospfv3-ar-if)# [instance istanza]
```

- **NOTA IMPORTANTE:** ogni interfaccia può appartenere a un **singolo processo OSPF** e a una **singola istanza OSPF**

Configurazione dell'autenticazione

- OSPFv3 non ha procedure di autenticazione interne ma **utilizza le funzioni di sicurezza di IPsec**
- L'IOS, IOS XE e IOS XR supportano entrambi gli *Extension Header* utilizzati da IPv6
 - *Authentication Header (AH)*: assicura **autenticità, integrità e non ripudio dell'origine** dell'informazione
 - *Encapsulating Security Payload (ESP)*: assicura **autenticità, integrità, non ripudio dell'origine e la confidenzialità** dell'informazione

```
interface GigabitEthernet0/0/1
  ipv6 ospf 1 area 0
  ipv6 ospf authentication ipsec spi 256 sha1
  24e692732d80fac4f6dc2b9abfb73678ef660bab
```



```
router ospfv3 1
  area 0
  interface GigabitEthernet0/0/0/1
    authentication ipsec spi 300 sha1 24e692732d80fac4f6dc2b9abfb73678ef660bab
```

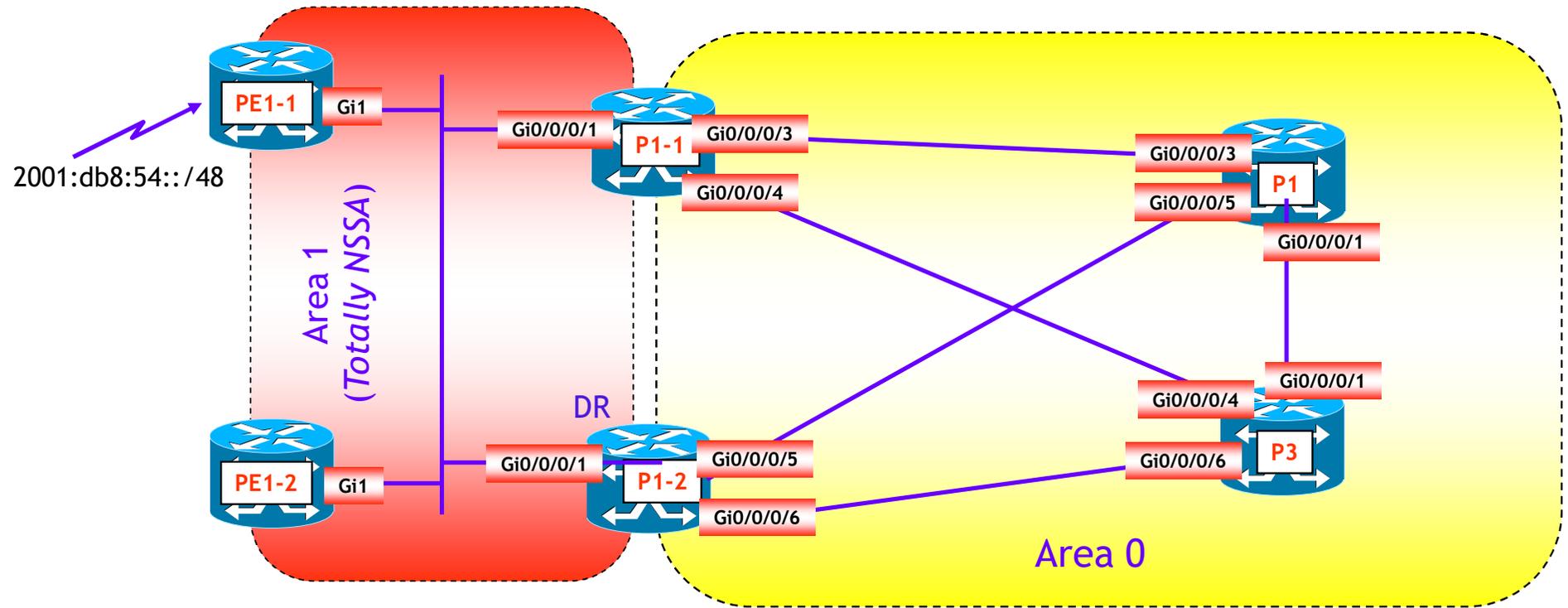
Altri comandi

- Nell'IOS e IOS XE sono validi tutti i comandi noti per OSPFv2, cambiando la parola chiave «**ip**» con «**ipv6**»
 - **ip ospf cost** *metrica* → **ipv6 ospf cost** *metrica*
 - **ip ospf priority** *priorità* → **ipv6 ospf priority** *priorità*
 - ...
- Gli altri comandi sono assolutamente identici, a parte il formato dei prefissi IPv6, o hanno subito variazioni minori
 - **area** *area-ID* **range** *prefisso/lunghezza-maschera ...*
 - **summary-prefix** *prefisso/lunghezza-maschera ...* in luogo del comando **summary-address** *prefisso maschera ...*
 - ...
- Nell'IOS XR sono validi tutti i comandi noti per OSPFv2

Comandi *Show*, *Debug* e *Clear*

- Nell'IOS e IOS XE sono validi tutti i noti comandi di visualizzazione e *troubleshooting* per OSPFv2, cambiando la parola chiave «**ip**» con «**ipv6**»
 - `show ip ospf` → `show ipv6 ospf`
 - `show ip ospf neighbor` → `show ipv6 ospf neighbor`
 - `show ip ospf database` → `show ipv6 ospf database`
 - ...
 - `debug ip ospf packet` → `debug ipv6 ospf packet`
 - ...
 - `clear ip ospf process` → `clear ipv6 ospf process`
 - ...
- Nell'IOS XR sono validi tutti i comandi noti per OSPFv2 cambiando la parola chiave «**ospf**» con «**ospfv3**»
 - `show ospf` → `show ospfv3`
 - `show ospf neighbor` → `show ospfv3 neighbor`
 - ...

Case Study (1/5)



Loopback0 PEx-y = 2001:db8:f::xy/128

Loopback0 Px-y = 2001:db8:f:1::xy/128

Loopback0 Px = 2001:db8:f:3::x/128

Case Study (2/5)

- Configurazione OSPFv3 del router P1-2 (ABR)

```
interface GigabitEthernet0/0/0/5
  ipv6 enable
!
interface GigabitEthernet0/0/0/6
  ipv6 enable
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
  ipv6 enable
!
interface Loopback0
  ipv6 address 2001:db8:f:1::12/128
```

```
router ospfv3 TT
router-id 192.168.1.12
auto-cost reference-bandwidth 10000
area 0
  interface GigabitEthernet0/0/0/5
    network point-to-point
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/6
    network point-to-point
  !
area 1
  nssa no-summary
  interface Loopback0
    passive
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/1
    priority 100
```

Case Study (3/5)

```
RP/0/RP0/CPU0:P1-2# show ospfv3
```

```
. . .  
Routing Process "ospfv3 TT" with ID 192.168.1.12  
. . .  
It is an area border and autonomous system boundary router  
. . . < output omezzo > . . .  
Number of external LSA 1. Checksum Sum 0x0035c6  
Number of areas in this router is 2. 1 normal 0 stub 1 nssa  
Auto cost is enabled. Reference bandwidth 10000  
SNMP trap is enabled  
Area BACKBONE(0)  
  Number of interfaces in this area is 2  
  SPF algorithm executed 12 times  
  Number of LSA 16. Checksum Sum 0x088a37  
  . . . < output omezzo > . . .  
Area 1  
  Number of interfaces in this area is 2  
  It is a NSSA area  
  Perform type-7/type-5 LSA translation  
  SPF algorithm executed 17 times  
  Number of LSA 13. Checksum Sum 0x05e404  
  . . . < output omezzo > . . .
```

P1-2 è anche ASBR poiché converte gli
NSSA-External-LSA in AS-External-LSA

Case Study (4/5)

```
RP/0/0/CPU0:P1-2# show ospfv3 TT 0.0.0.0 database database-summary
```

```
. . .
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.1.12) (Process ID TT)
```

Area 0 database summary

LSA Type	Count	Delete	Maxage	Checksum
Router	4	0	0	0x1f069
Network	0	0	0	0x0
Link	4	0	0	0x2eef0
Prefix	2	0	0	0x149fc
Inter-area Prefix	8	0	0	0x21b1c
Inter-area Router	0	0	0	0x0
Type-7 Ext	0	0	0	0x0
Grace	0	0	0	0x0
Unknown Link	0	0	0	0x0
Unknown Area	0	0	0	0x0
Subtotal	18	0	0	0x84471

Case Study (5/5)

```
RP/0/0/CPU0:P1-2# show ospfv3 TT 0.0.0.1 database database-summary
```

```
. . .
```

```
OSPFv3 Router with ID (192.168.1.12) (Process ID TT)
```

Area 1 database summary

LSA Type	Count	Delete	Maxage	Checksum
Router	4	0	0	0x1e1e6
Network	1	0	0	0x4a6
Link	4	0	0	0x219fa
Prefix	4	0	0	0x1f034
Inter-area Prefix	2	0	0	0xe5aa
Inter-area Router	0	0	0	0x0
Type-7 Ext	1	0	0	0x31eb
Grace	0	0	0	0x0
Unknown Link	0	0	0	0x0
Unknown Area	0	0	0	0x0
Subtotal	16	0	0	0x7084f

Ultima Diapositiva (finalmente ...)



Grazie per l'attenzione