

# Architettura di routing di Internet

**Edoardo CALIA**  
calia@polito.it

**Fulvio RISSO**  
risso@polito.it

**Mario BALDI**  
mbaldi@polito.it  
[www.polito.it/~baldi](http://www.polito.it/~baldi)

architettura - 1

Nota di copyright: si veda pagina 2

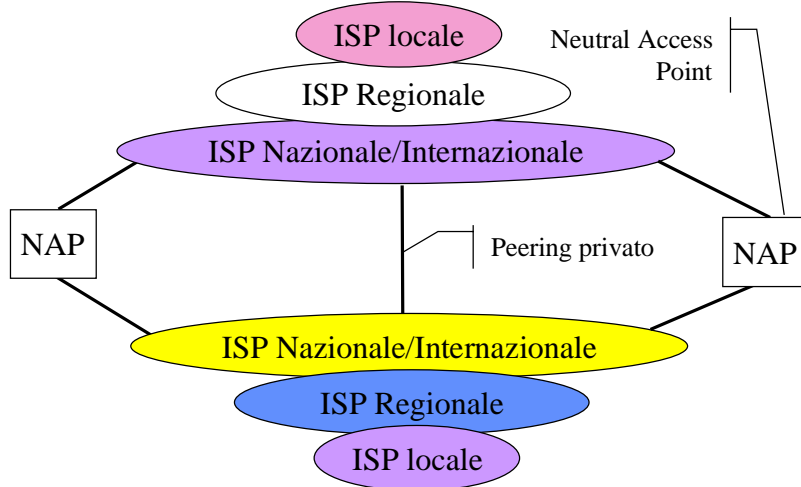
## Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides 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. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (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 slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

architettura - 2

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Topologia di Internet



architettura - 3

Nota di copyright: si veda pagina 2

## NAP in Europa - 41 (Febbraio 2002)

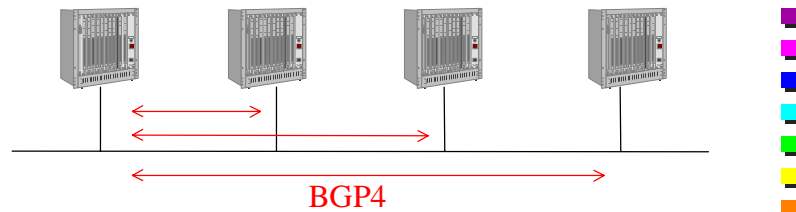
Amsterdam (Netherland) - AMS-IX	Luxembourg - LIX
Ankara (Turkey) - TURNET	Madrid (Spain) - ESPANIX
Athens (Greece) - AIX	Manchester (United Kingdom) - MaNAP
Barcelona (Spain) - CATNIX	Milan (Italy) - MIX
Berna (Switzerland) - SIX	Moscow (Russian) - M9-IX
Bratislava (Slovak Republik) - SIX	Munich (Germany) - INXS
Bruxelles (Belgium) - BNIX	Munich (Germany) - M-CIX
Budapest (Hungary) - BIX	Oslo (Norway) - NIX
Cyprus - CyIX	Paris (France) - PARIX
Dublin (Ireland) - INEX	Paris (France) - SFINX
Edinburgh (Scotland) - SCOTIX	Lisbon (Portugal) - PIX
Edinburgh (Scotland) - WorldIX	Praha (Czech Republic) - NIX
Geneve (Switzerland) - CIXP	Riga (Latvia) - GIX
Grenoble (France) - GNI	Rome (Italy) - NAP Nautilus
Helsinki (Finland) - FICIX	Russian - MPIX
Köln (Germany) - deCIX	Samara (Russian) - Samara-IX
Lyngby (Denmark) - DIX	St. Petersburg (Russian) - SPB-IX
London (United Kingdom) - LINX	Stockholm (Sweden) - NETNODAB
London (United Kingdom) - LoNAP	Ukraine - CUIX
	Vienna (Austria) - VIX
	Zurich (Switzerland) - TIX

architettura - 4

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Neutral Access Point

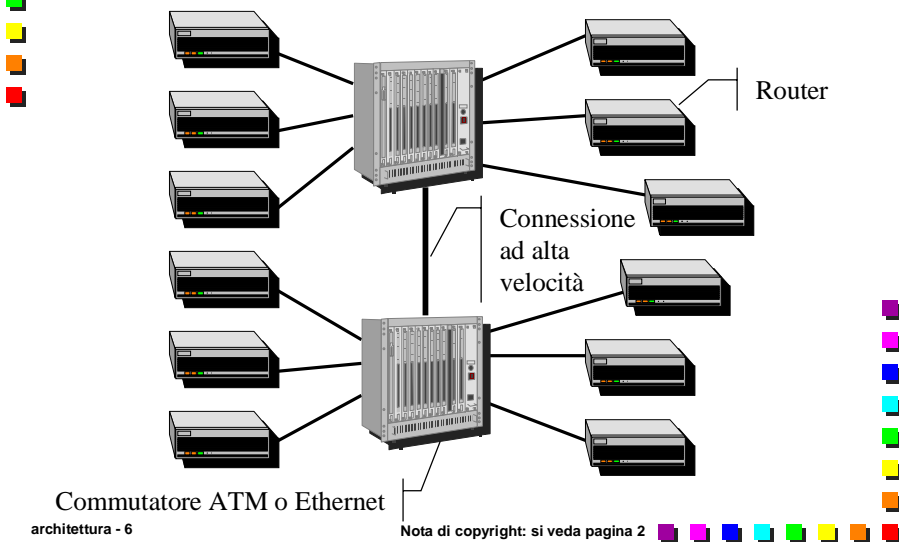
- Dal punto di vista pratico è una LAN su cui sono connessi router appartenenti ad AS differenti, tra i quali viene opportunamente configurato un EGP (generalmente BGP4)



architettura - 5

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Neutral Access Point (NAP)



architettura - 6

Nota di copyright: si veda pagina 2

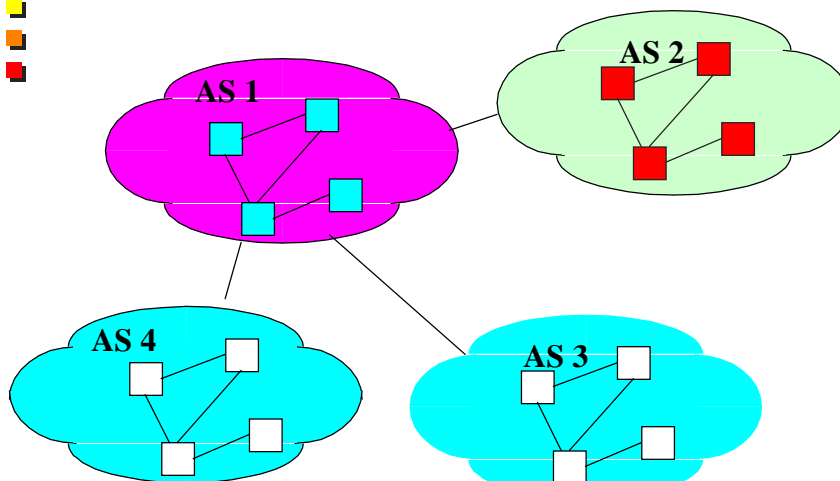
## Architettura di Internet

- La rete Internet è organizzata in sezioni omogenee dal punto di vista amministrativo, dette Autonomous Systems
- Gli AS impongono il massimo livello di gerarchia sulla rete

architettura - 7

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Autonomous Systems



architettura - 8

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Autonomous Systems

### Perché?

#### ■ Scalabilità

- Sarebbe impossibile che ogni router avesse informazioni topologiche dettagliate su Internet
  - Enorme quantità di memoria
  - Enorme quantità di potenza di calcolo
- Il dettaglio dell'AS non è annunciato all'esterno
- Annunci sono aggregati al confine degli AS

#### ■ Ragioni amministrative

- AS diversi possono usare protocolli di routing diversi
- Le scelte di routing tra AS non sono necessariamente basate sul percorso più corto

architettura - 9

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Autonomous Systems

- Ciascun AS è gestito indipendentemente dagli altri, in particolare per quanto riguarda l'instradamento dei pacchetti IP al suo interno
- AS diversi possono utilizzare IGP diversi
- L'unico punto di accordo deve essere il protocollo utilizzato alla frontiera (EGP)

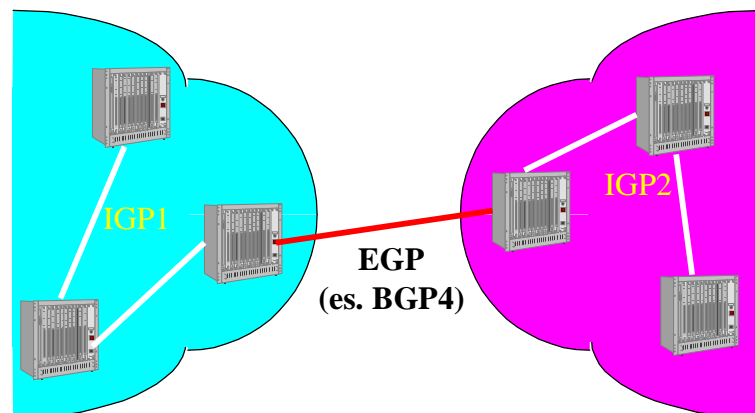
architettura - 10

Nota di copyright: si veda pagina 2

## Autonomous Systems

- Uno o più router interni a un AS sono selezionati per svolgere le funzioni di Exterior Gateway o ASBR (AS boundary router)
- Gli ASBR devono partecipare sia al protocollo di routing interno, sia a quello esterno per propagare le informazioni verso altri AS

## ASBR



## IGP ed EGP

- IGP: protocolli di routing utilizzati per trasportare informazioni di instradamento tra i router interni a un AS
- EGP: protocolli di routing utilizzati per comunicare all'esterno dell'AS:
  - informazioni riassuntive sullo stato interno dell'AS
  - informazioni di transito apprese da altri AS

## ASBR e protocolli di routing

- I router di frontiera devono avere a bordo una istanza del protocollo IGP e una istanza del protocollo EGP
- L'amministratore del sistema deve predisporre opportunamente la propagazione delle informazioni tra i due protocolli (redistribuzione)

## Ridistribuzione

### ■ Specifica

- quali informazioni generate internamente all'AS devono essere propagate all'esterno
- quali informazioni ricevute dall'esterno dell'AS devono essere propagate al suo interno

### ■ Consente di rendere alcune destinazioni visibili o meno

## Ridistribuzione mutua

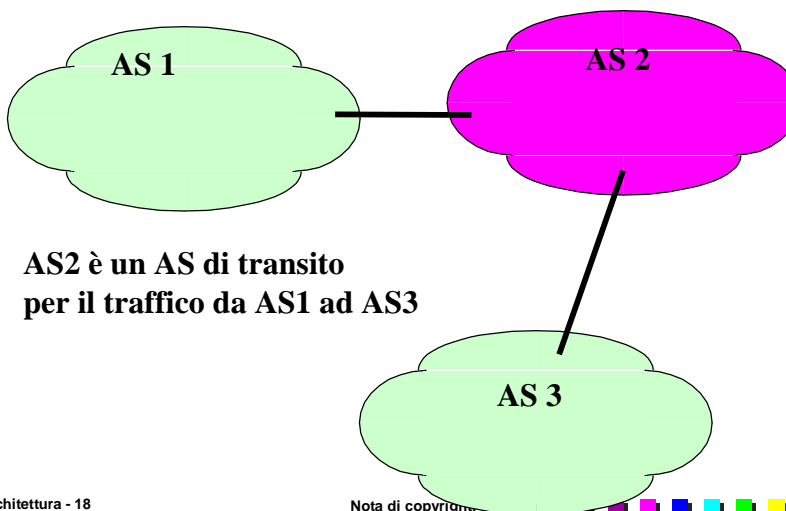
- Generalmente occorre redistribuire le informazioni prelevate dall'EGP nel IGP e viceversa
- Occorre attenzione per evitare il formarsi di loop di redistribuzione (importazione in un protocollo di informazioni precedentemente esportate dallo stesso protocollo)



## Politiche di routing

- I problemi di routing tra AS sono diversi in principio rispetto ai problemi di instradamento interni all'AS
- Entro un AS si tende a ottenere l'instradamento ottimo verso la destinazione
- L'instradamento tra AS implica problemi di autorizzazione all'uso di risorse
- Un AS potrebbe non desiderare essere utilizzato come transito tra altri due AS
- Si possono quindi avere percorsi non ottimi a causa di accordi (o mancati accordi) di tipo amministrativo ed economico

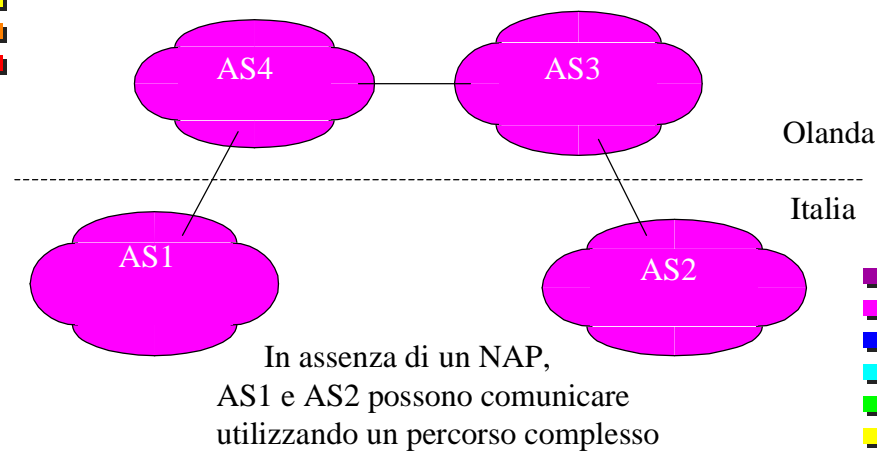
## Transito di AS



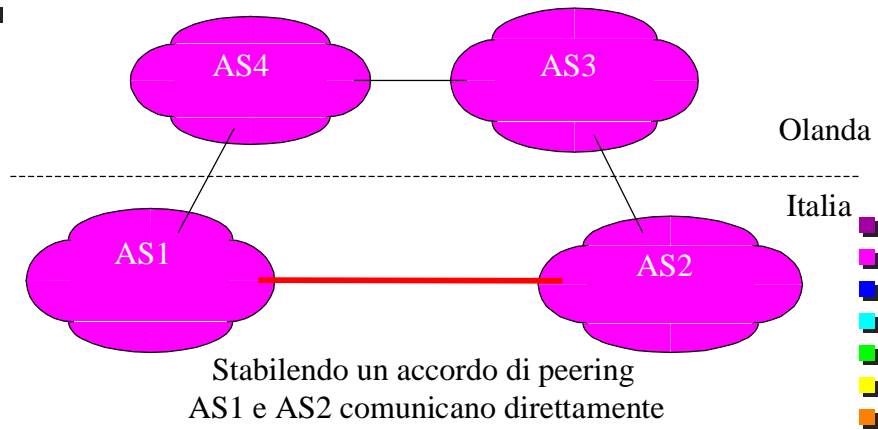
## Peering tra AS

- Gli accordi amministrativi (e i conseguenti accordi tecnici) tra i gestori di AS differenti per stabilire le politiche di transito e raggiungibilità sono detti accordi di *peering*
- Una relazione di peering si stabilisce tutte le volte che un EGP viene attivato tra due AS differenti
- Esistono generalmente siti particolari dove viene creato un punto di contatto tra diversi AS: NAP o Neutral Access Point
- Es. NAP (CILEA), MIX (Milano), VIX (Vienna)

## Peering



## Peering



architettura - 21

Nota di copyright: si veda pagina 2