

1. Servizi Multimediali e  
Qualità del Servizio (QoS) su IP  
1.2. Architetture IETF a servizi  
Differenziati e a servizi Integrati

Prof. Raffaele Bolla



## IP-QoS

- L'IETF ha proposto due approcci diversi (ma non necessariamente mutualmente esclusivi):
  - Integrated Services ←
  - Differentiated Services

Lezione 1.2, v. 1.0

2

R. Bolla Telematica 2, n. o.

## Integrated Services (IntServ)

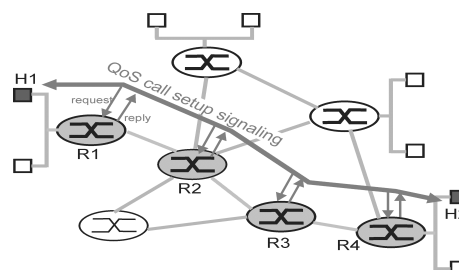
- In sostanza, si porta la filosofia ATM in IP:
  - Tramite cinque parametri (indirizzo destinazione, ind. sorgente, protocollo, porta sorgente, porta destinazione) i pacchetti vengono identificati "su base connessione o flusso" (*marking*).
  - Quando un flusso chiede di essere attivato la sorgente deve dichiarare:
    - » La QoS richiesta (definiti da un insieme di dichiarazioni dette **R-spec**)
    - » Le caratteristiche del traffico (dette **T-spec**)
  - un protocollo (RSVP) di segnalazione trasporta i T-Spec e R-spec e chiede ai *router* lungo il percorso verso la destinazione di onorarli (riservando la banda); se questo non è possibile ne informa la sorgente che non attiva il flusso (*Call Admission*).
  - Si ha quindi una sorta di "Circuito Virtuale" che richiede la presenza di uno stato per flusso nei *router*.

Lezione 1.2, v. 1.0

3

R. Bolla Telematica 2, n. o.

## Integrated Services (IntServ)



Lezione 1.2, v. 1.0

4

R. Bolla Telematica 2, n. o.

## Integrated Services (IntServ)

- I router devono assicurare banda e QoS a ciascun flusso (tramite uno *scheduling* fra i flussi)
- All'ingresso della rete sul flusso di ogni connessione è applicato un "*policing*" (ed eventualmente uno "*shaping*") per mantenerli sempre conformi al dichiarato.
- Sono state definite due classi generali di servizio per le quali riservare banda:
  - » **Guaranteed Quality Service**: a cui si assicura banda, ritardo massimo limitato e perdita nulla
  - » **Controlled Load Network Service**: a cui si assicura le stesse prestazioni del *best-effort* non congestionata

Lezione 1.2, v. 1.0

5

R. Bolla Telematica 2, n. o.

## Integrated Services (IntServ)

- Il protocollo principale legato a questo approccio è il **ReSerVation Protocol (RSVP)**.
- Si tratta, in sostanza, di un protocollo di segnalazione che permette ai *router* (ed eventualmente agli *host*) di interagire per attivare e configurare flussi con QoS assicurata.
- **Non definisce meccanismi** da applicare per assicurare banda e ritardo, e neppure come calcolare quanta banda riservare ai diversi flussi e come decidere se accettare o meno un nuovo flusso.
- Non è un protocollo d'instradamento e non influenza l'instradamento.

Lezione 1.2, v. 1.0

6

- Il distinguere ciascun flusso ha il vantaggio di permettere una precisa allocazione delle risorse ma ha il grosso limite di essere **poco scalabile**.
- I *router* delle dorsali, che commutano molti flussi e gestiscono capacità molto elevate, potrebbero non riuscire a gestire una QoS per flusso in modo efficiente.
- Per cui, l'approccio IntServ appare realistico all'interno di "aree" di rete ristrette e/o applicato insieme a delle tecnologie di supporto per la QoS (ATM o MPLS)

## Differentiated Services

- Il vincolo principale a cui ha cercato di sottostare questo approccio è permettere una agevole scalabilità
- Con questo proposito si è introdotto (rispetto agli *IntServ*):
  - L'aggregazioni dei flussi in classi
  - La differenziazione delle funzionalità dei *router*
  - La riduzione del traffico di segnalazione
  - La riduzione delle variabili di stato nei *router*

## Differentiated Services

- Il campo ToS (*Type of Service*) dell'IP viene rinominato **DS field** ed usato per identificare delle "**classi di servizio**".
- Ad ogni classe viene legato un **Per Hop Behaviour (PHB)** che stabilisce il tipo di trattamento che ad ogni *router* deve dare ai pacchetti appartenenti ad una certa classe.

## PHB

- **Expedited Forwarding (EF)**
  - E' pensato per costruire servizi *end-to-end* a
    - » bassa perdita
    - » bassa latenza
    - » basso *Jitter*
    - » banda assicurata (VLAN, Videoconferenza, voice over IP, ...)
  - Ai due estremi appare come una "linea dedicata virtuale".
  - Impone, in sostanza, un servizio prioritario ed una allocazione di risorse indipendente dalle altre classi

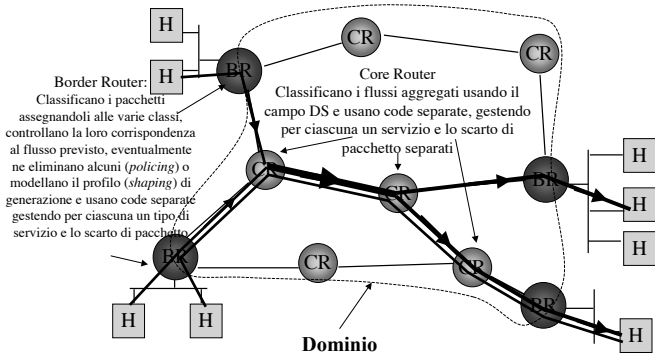
## PHB

- **Assured Forwarding (AF)**
  - Ha l'obiettivo di permettere un servizio accettabile anche in condizioni di congestione della rete.
  - Al suo interno si possono distinguere più sotto classi (AF1-AF4).
  - I pacchetti possono essere "marcati" con tre diversi colori (verde, giallo e rosso) che implicano diversi livelli di precedenza in caso di scarto (*drop*).

## PHB

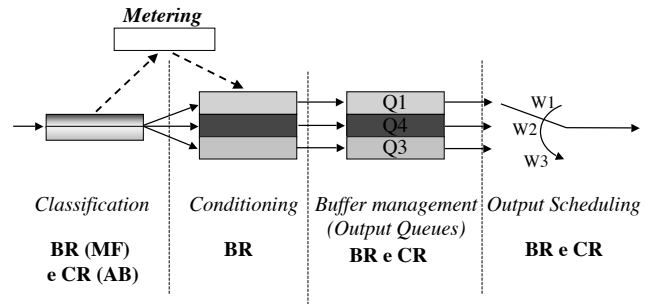
- **Default Forwarding (DF)**
  - Sono i pacchetti non esplicitamente marcati, ossia l'attuale traffico *best effort*
  - Questa classe, in linea di principio, potrebbe venir trattata come un AF con la priorità più bassa in assoluto o considerata a parte.

## Differentiated Services Schema di principio



## Router Components

### ● Componenti dei router Diffserv



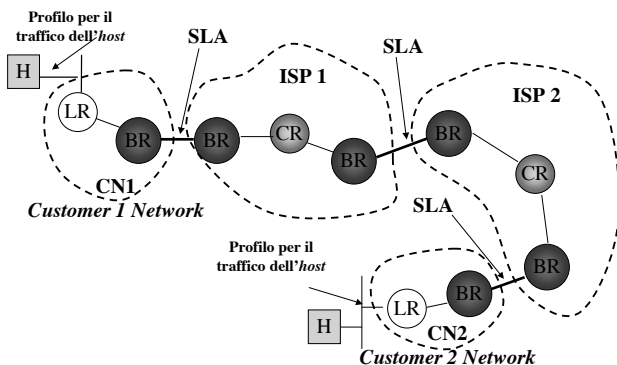
## Classification

- La classificazione serve a decidere come trattare i pacchetti.
- Tipi di classificazioni
  - **Behaviour Aggregate (BA)**: il router usa solo campo DS per decidere come trattare il pacchetto.
  - **Multi-Field (MF)**: il router usa cinque campi dell'intestazione IP/TCP (indirizzo sorgente/destinazione, porta sorgente/destinazione e IP protocol number)
  - Ci possono essere anche altri tipi di classificazione (basate, per esempio, sugli indirizzi MAC).

## Service Level Agreement (SLA)

- In corrispondenza dell'attivazione di servizi differenziati, deve venir stabilito un "profilo di traffico" a cui il flusso generato deve sottostare.
- Questi profili sono definiti tramite **Service Level Agreement (SLA)**, che definiscono le classi supportate e il livello di traffico con le sue caratteristiche.
- Ogni area di confine, fra host e "Leaf Router" (LR), fra rete utente e ISP, fra domini diversi e diversi ISP, devono essere definiti dei Profili di Traffico o degli SLA che stabiliscano, per ogni classe, le caratteristiche del flusso.

## SLA



## SLA

- Gli SLA possono essere
  - statici (definiti per lunghe durate, mesi/anni).
  - dinamici, cioè attivati su richiesta, all'occorrenza.
- Per poter gestire gli SLA dinamici occorre un protocollo di segnalazione (RSVP?).
- Gli SLA dinamici devono ovviamente essere soggetti ad un controllo di accesso.

## Metering e Conditioning

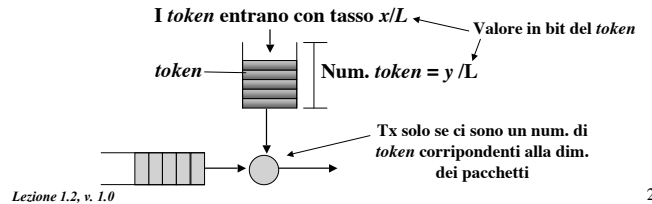
- Il *Metering* serve a verificare che i flussi in ingresso sia conformi agli SLA o ai profili definiti.
  - Agisce effettuando delle misure sui tassi medi e di picco
- Il *Conditioning* serve a intervenire sul traffico quando questo non risulta conforme al previsto
- Può operare le seguenti azioni
  - Riclassificare i pacchetti non conformi cambiando il valore del DS all'interno della classe o cambiandoli classe (ad es. portandoli alla classe *best-effort*)
  - Applicare degli *shaper*, ad esempio un *Leaky Buket*, per rimodellare il flusso
  - Eventualmente scartare dei pacchetti

Lezione 1.2, v. 1.0

19

## Shaping- Policing

- *Linear bound arrival process*:  
 $(\text{num. bit trasmessi in } t) \leq xt+y$   
 $x = \text{tasso a lungo termine}$   
 $y = \text{lungh. massima burst (deviazione massima)}$
- Implementazione: *Leaky Bucket*



Lezione 1.2, v. 1.0

20

## Buffer management

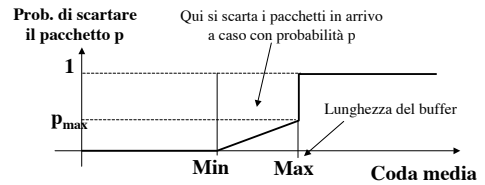
- In un caso semplice, la perdita di pacchetti, avviene in modo "naturale" in corrispondenza di un sovraccarico temporaneo, per riempimento della coda: i pacchetti che arrivano quando la coda è piena vengono scartati (*dropped*).
- Questo modo di procedere non è, generalmente, il più efficace perché da luogo a "burst" di pacchetti consecutivi persi che hanno due effetti:
  - Peggiorano la qualità di flussi non controllati
  - Tendono a sincronizzare i controlli di flusso del TCP dando luogo a comportamenti oscillatori poco efficienti

Lezione 1.2, v. 1.0

21

## Random Early Detection (RED)

- Un modo per porre rimedio a questo problema è cercare di rendere le perdite "casuali".
- Un metodo per farlo prende il nome RED (*Random Early Detection*); al di sopra di una certa soglia sulla coda media (media esponenziale) introduce una probabilità di perdita che varia linearmente con il valore della coda media

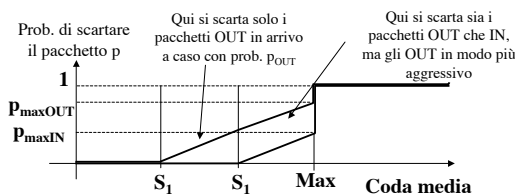


Lezione 1.2, v. 1.0

22

## RIO

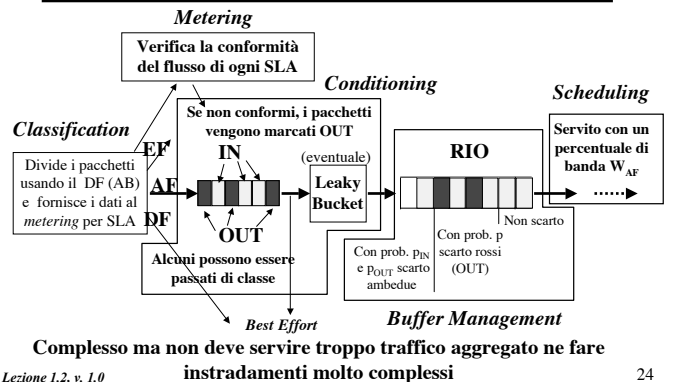
- Una seconda tecnica più sofisticata si chiama *Random early detection with In and Out (RIO)*.
  - In questo caso si suppone la presenza di due classi di pacchetti: IN e OUT (gialli e rossi).
  - Si applicano due RED separati per ciascuna classe:



Lezione 1.2, v. 1.0

23

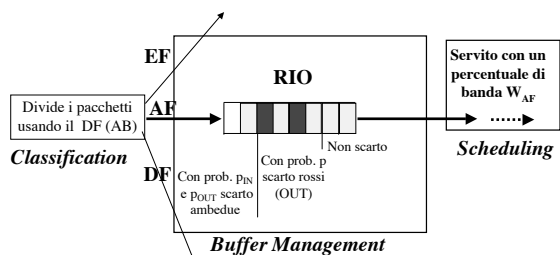
## Border router (AF)



Lezione 1.2, v. 1.0

24

## Core Router (AF)



Deve gestire flussi aggregati ma le sue funzionalità sono molto più semplici

Il Leaf Router è simile al BR, ma deve fare una classificazione MF ed eventualmente può essere meno restrittivo nel conditioning.

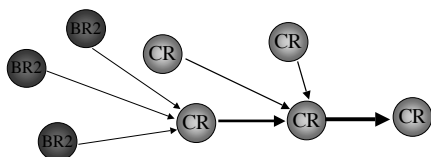
## Expedited Forwarding (EF)

● Per i EF il discorso è simile al AF con alcune differenze:

- Il traffico è sottoposto a *shaping* sia ai LR che ai BR
- Il traffico in eccesso (sul tasso di picco) non è cambiato di classe ma scartato
- Lo scheduler serve con priorità elevata il traffico EF, indipendentemente dal carico generato dagli altri traffici.
- Il traffico EF è soggetto a controllo di accesso (gli SLA possono essere sia statici che dinamici).
- La quantità di traffico EF ammesso nelle rete deve essere una percentuale ridotta (10%) della capacità totale del traffico in rete.

## Expedited Forwarding (EF)

- Con questi presupposti, dato che in genere tutti i link in un router sono *full-duplex* e quindi la capacità in ingresso è uguale a quella d'uscita, se il flusso EF è minore del 10% ed è prioritario subisce sempre pochissima perdita e ritardo.
- In realtà non necessariamente detto che questo sia vero (perché sia così bisogna usare degli algoritmi di routing per la QoS o fare un management specifico)



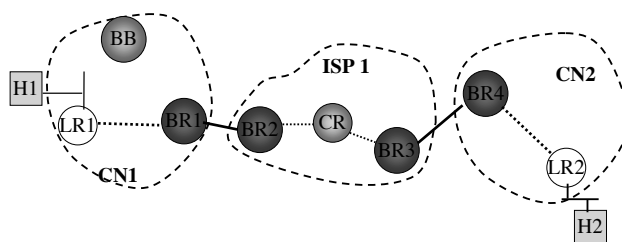
## Allocazione di Banda - BB

- Sebbene gli elementi architettura siano stati definiti, in realtà non è stato definito l'elemento che determina l'allocazione delle risorse ed eventualmente effettua il Controllo d'accesso.
- Tale elemento viene in genere indicato col nome di **Bandwidth Broker**
- Si tratta di una entità logica che risiede in ogni dominio (di utente o di ISP).
- Nella rete dell'utente, il BB interagisce con l'host all'attivazione del servizio e configura il LR e tutti i router intermedi per permettere la realizzazione del servizio

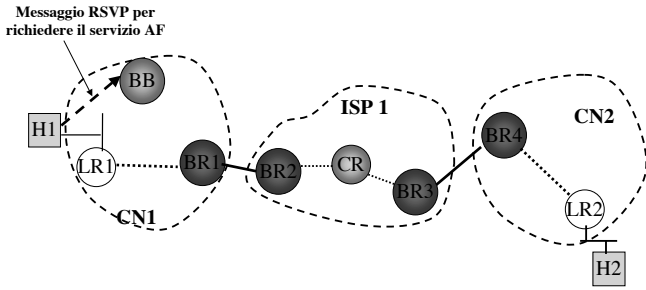
## Allocazione di Banda - BB

- All'interno degli ISP, se gli SLA sono statici, non è strettamente necessario un BB, in quanto le risorse possono essere allocate via *management*
- Se ci sono SLA dinamici, i BB sono necessari per configurare i router (BR e CR) e devono essere in grado di colloquiare fra loro anche fra domini diversi.
- Sebbene definiti architetturalmente, non sono definite (e neppure banali) le politiche attraverso le quali le risorse devono essere allocate.

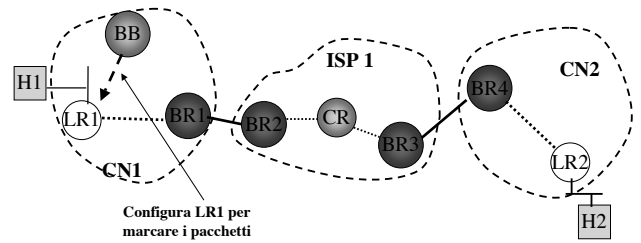
## AF - Un esempio



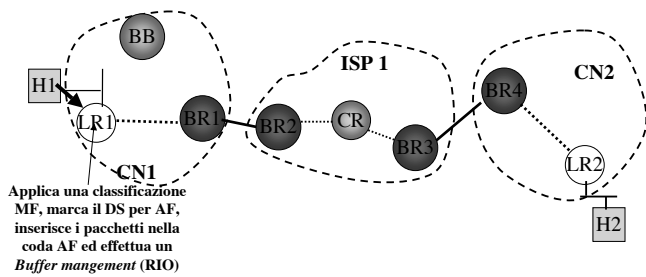
### AF - Un esempio



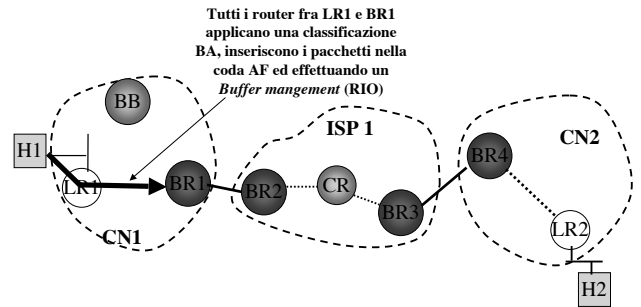
### AF - Un esempio



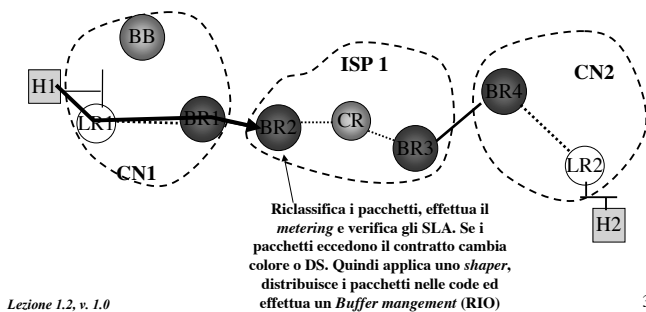
### AF - Un esempio



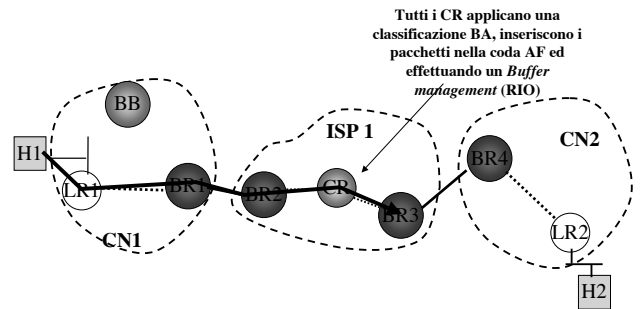
### AF - Un esempio



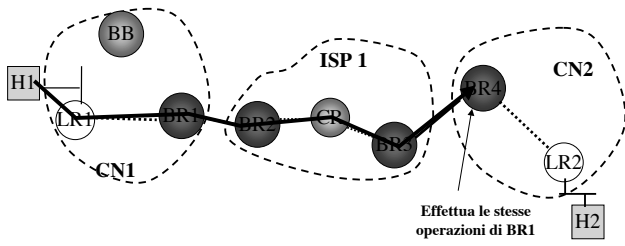
### AF - Un esempio



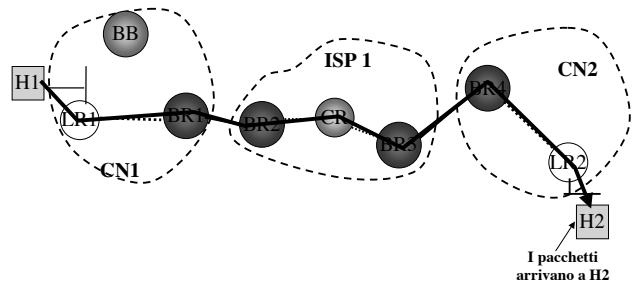
### AF - Un esempio



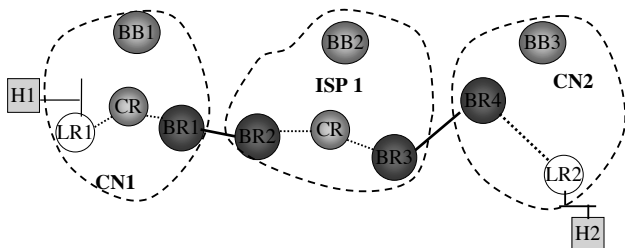
### AF - Un esempio



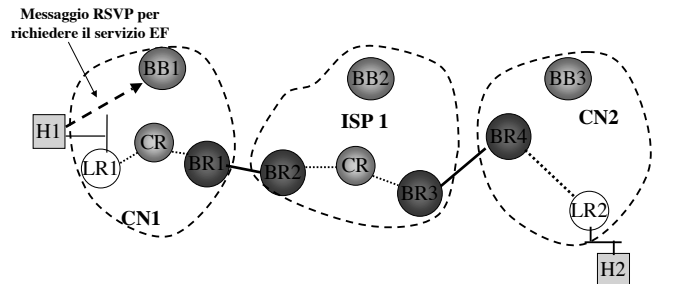
### AF - Un esempio



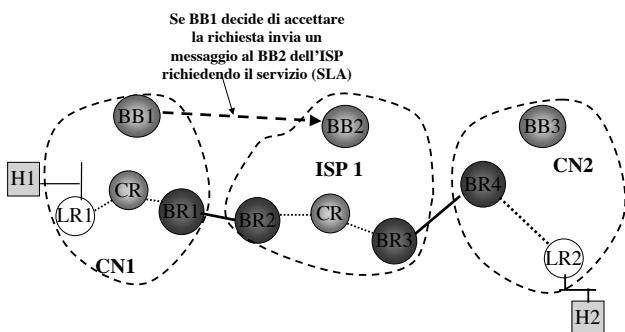
### EF - Un esempio (segnalazione)



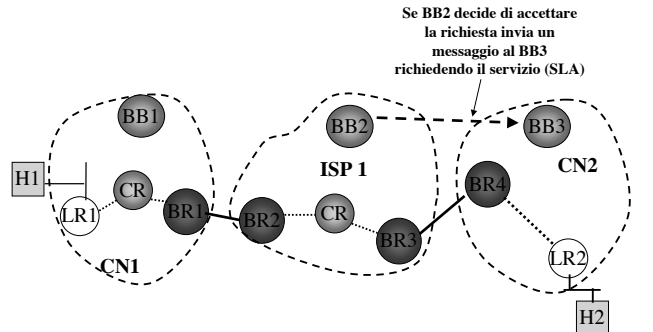
### EF - Un esempio (segnalazione)



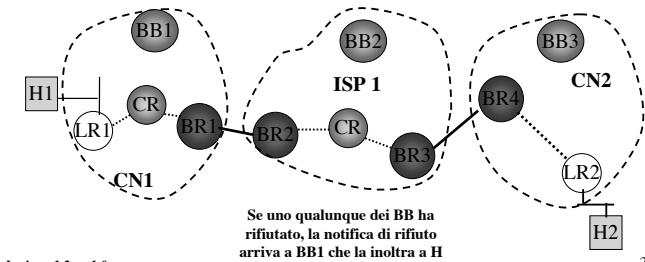
### EF - Un esempio (segnalazione)



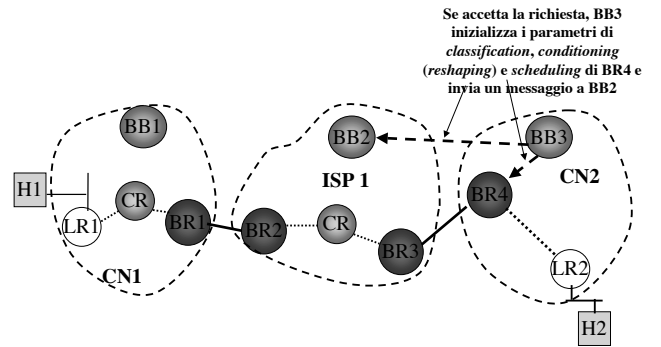
### EF - Un esempio (segnalazione)



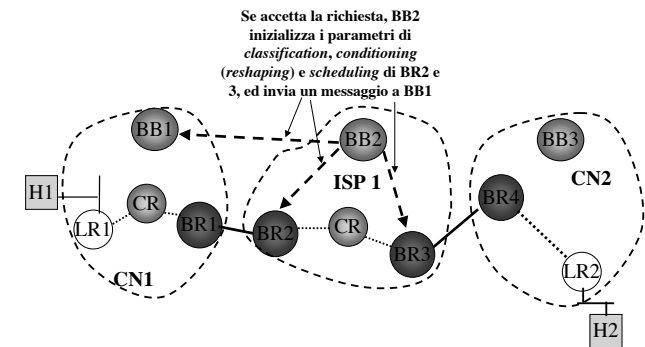
### EF - Un esempio (segnalazione)



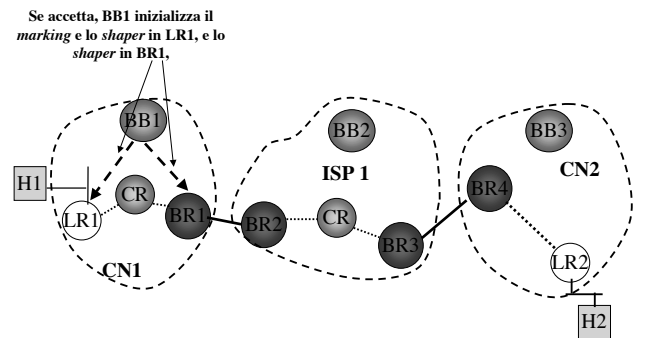
### EF - Un esempio (segnalazione)



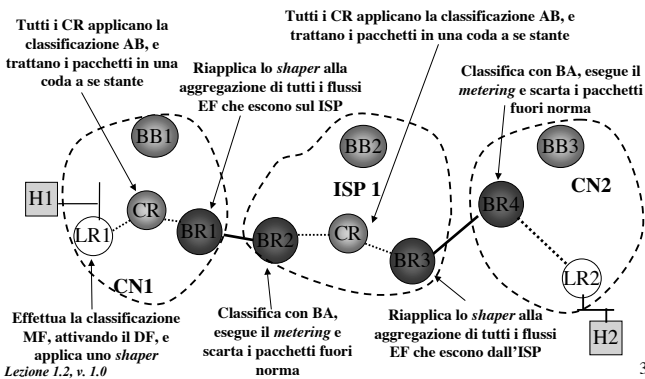
### EF - Un esempio (segnalazione)



### EF - Un esempio (segnalazione)



### EF - Un esempio (fase dati)



### Altri elementi importanti

- MultiProtocol Label Switching (MPLS)
- QoS Routing (Constraint based routing)
- Traffic Engineering
- ATM