

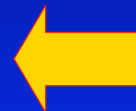
*1. Servizi Multimediali e
Qualità del Servizio (QoS) su IP*
**1.2. Architetture IETF a servizi
Differenziati e a servizi Integrati**

Prof. Raffaele Bolla



IP-QoS

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



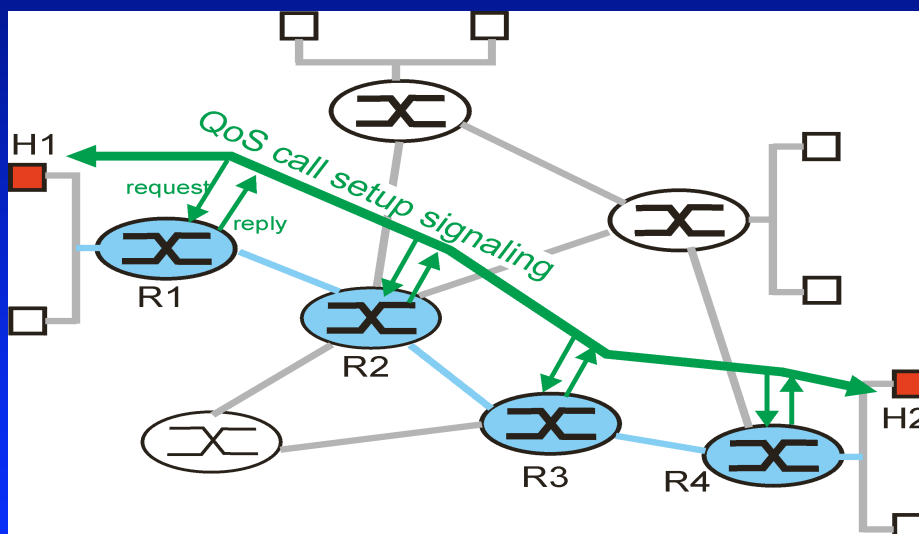
Integrated Services (IntServ)

- 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 1.1, v. 1.0

3

Integrated Services (IntServ)



Lezione 1.2, v. 1.0

4

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

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.

Integrated Services (IntServ)

Considerazioni

- 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 altri classi

PHB

● *Assured Forwarding* (AF)

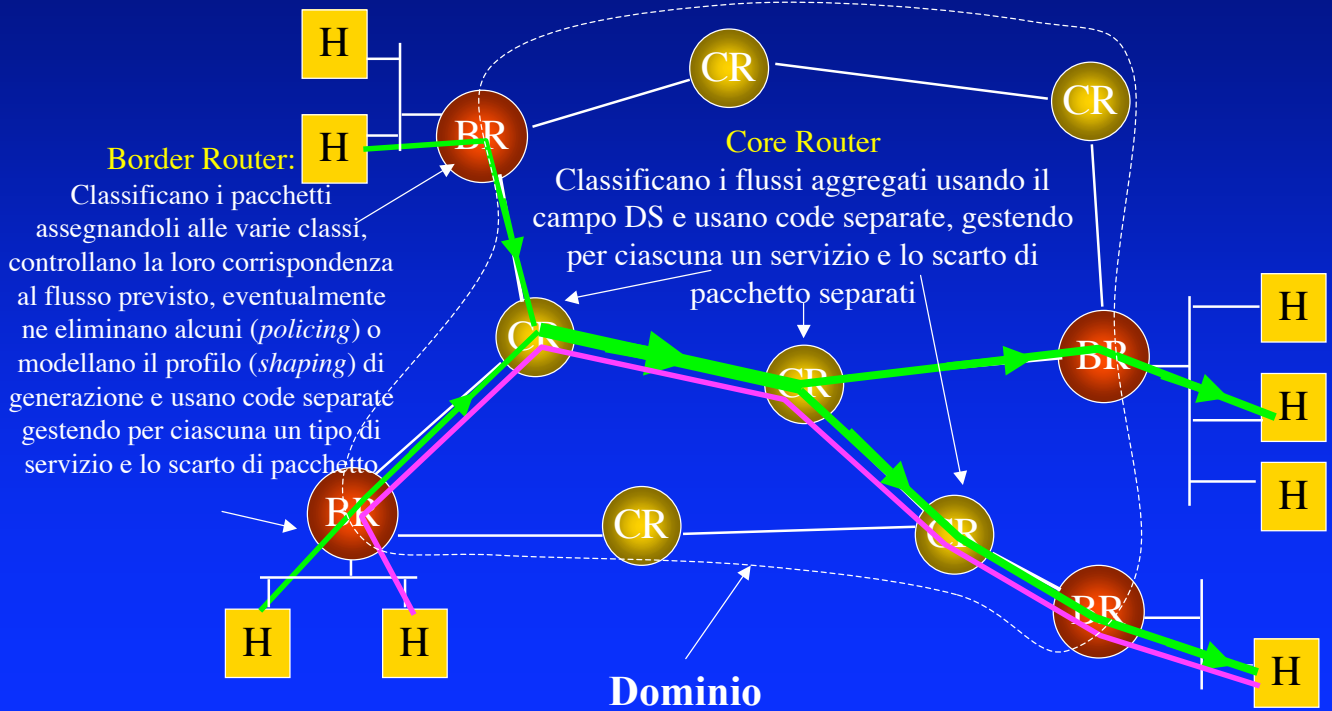
- Ha l'obiettivo di permettere un servizio accettabile anche in condizioni di congestione della rete.
- Al suo interno si possono distinguere più sotto classi (AF1-AF4).
- I pacchetti possono essere "marcati" con tre diversi colori (verde, giallo e rosso) che implicano diversi livelli di precedenza in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

PHB

● *Default Forwarding* (DF)

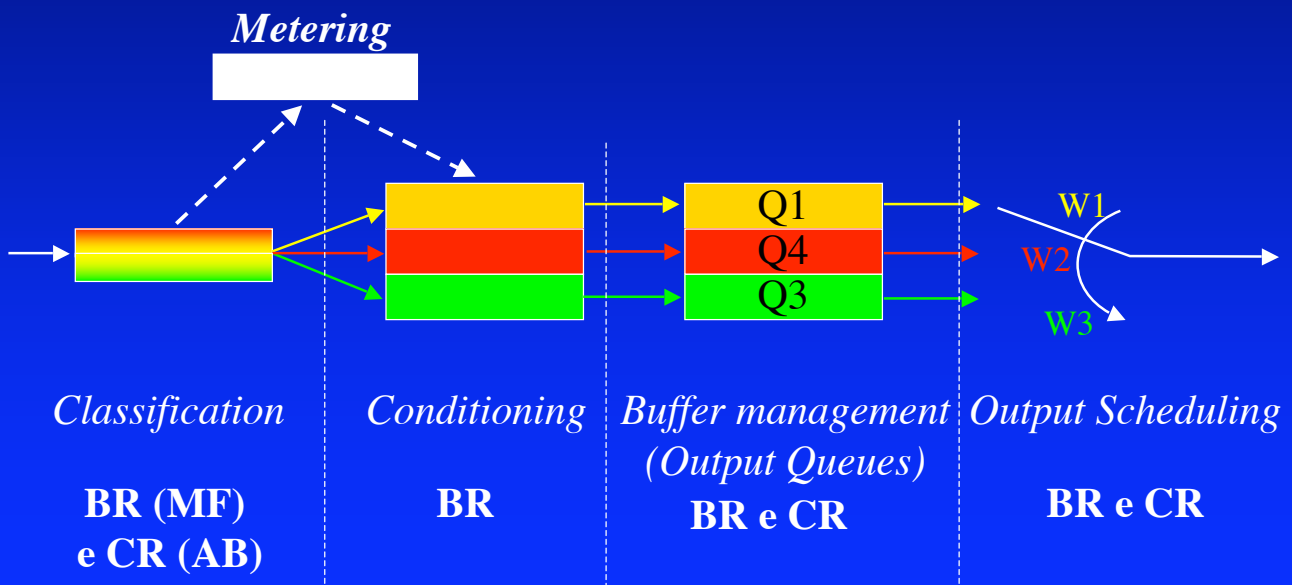
- Sono i pacchetti non esplicitamente marcati, ossia l'attuale traffico *best effort*
- Questa classe, in linea di principio, potrebbe venir trattata come un AF con la priorità più bassa in assoluto o considerata a parte.

Differentiated Services Schema di principio



Router Components

● Componenti dei router Diffservo



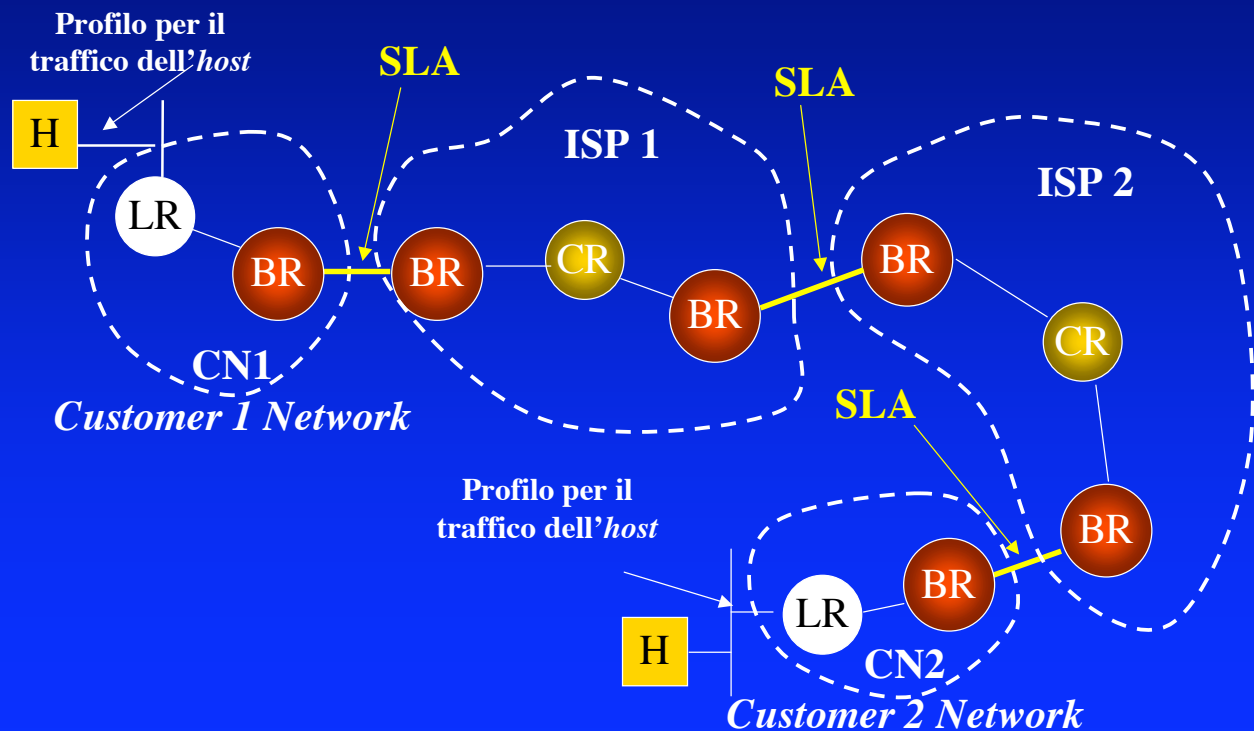
Classification

- 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

Shaping- Policing

- *Linear bound arrival process*:

$$(\text{num. bit trasmessi in } t) \leq xt+y$$

x = tasso a lungo termine
 y = lungh. massima *burst* (deviazione massima)
- Implementazione: *Leaky Bucket*



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

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



RIO

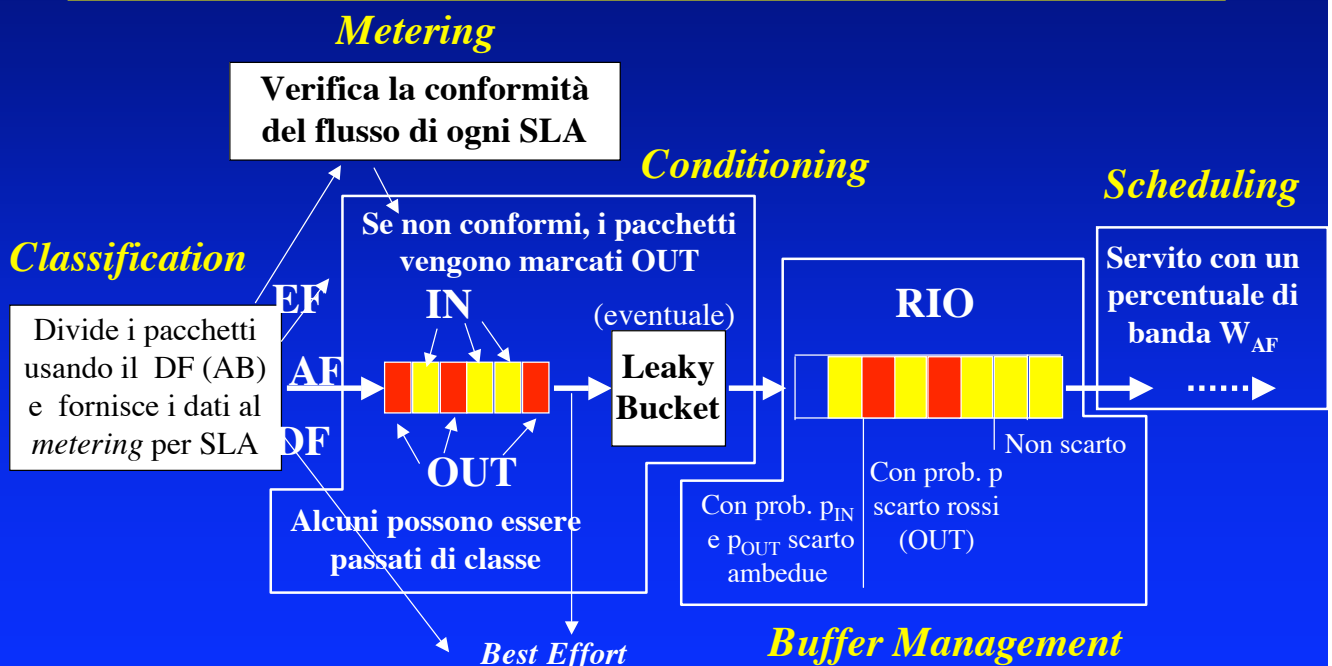
- Una seconda tecnica più sofisticata si chiama *Random early detection with In and Out (RIO)*.
 - In questo caso si suppone la presenza di due classi di pacchetti: IN e OUT (gialli e rossi).
 - Si applicano due RED separati per ciascuna classe:



Lezione 1.2, v. 1.0

23

Border router (AF)

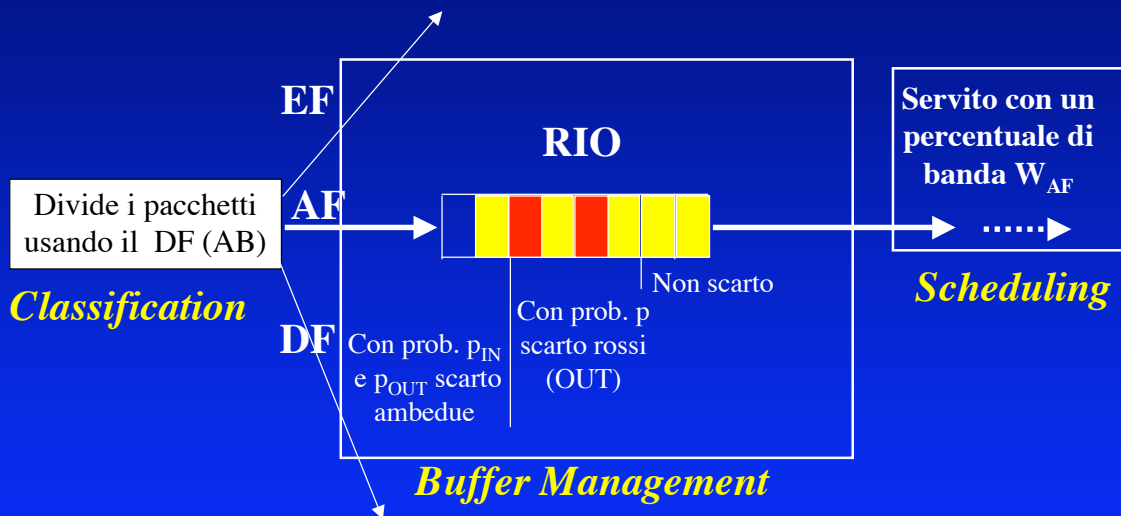


Complesso ma non deve servire troppo traffico aggregato ne fare instradamenti molto complessi

Lezione 1.2, v. 1.0

24

Core Router (AF)



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

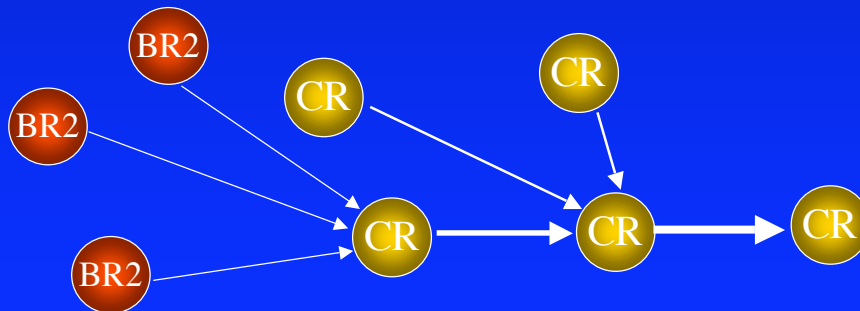
Il *Leaf Router* è simile al BR, ma deve fare una classificazione MF ed eventualmente può essere meno restrittivo nel *conditioning*.

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)



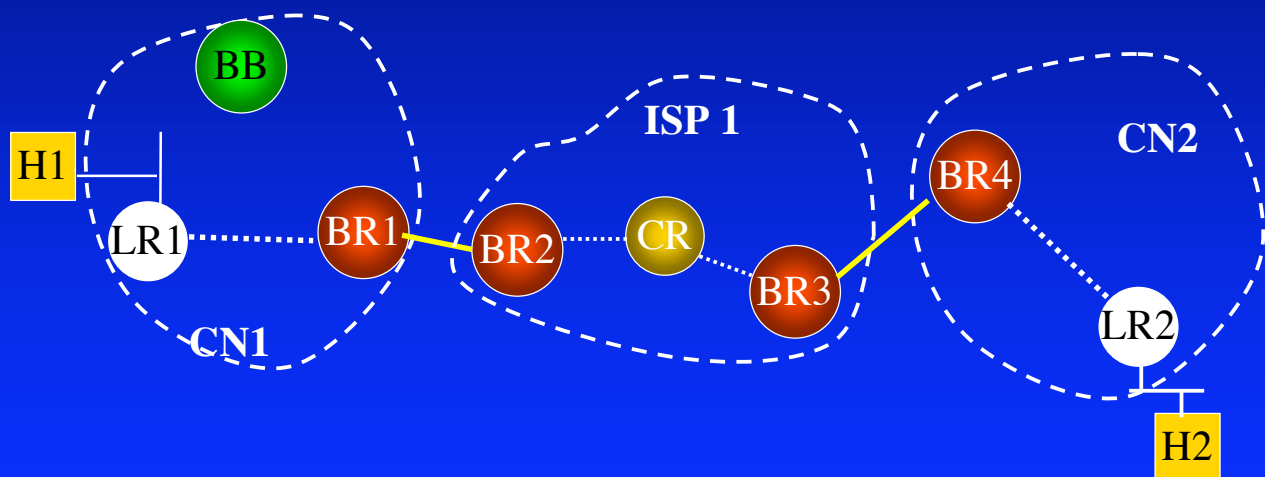
Allocazione di Banda - BB

- 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

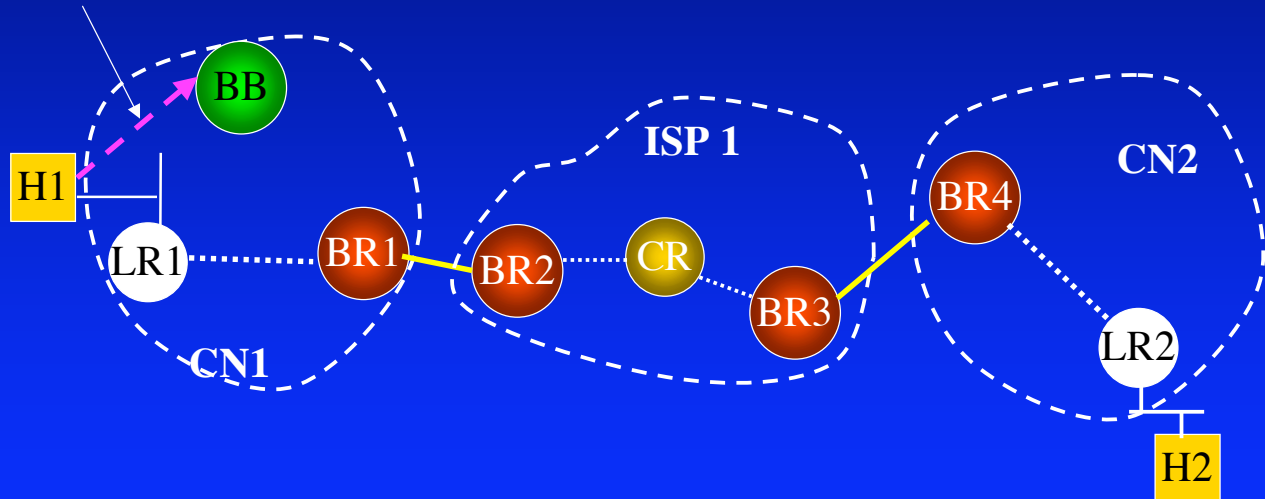
- All'interno degli ISP, se gli SLA sono statici, non è strettamente necessario un BB, in quanto le risorse possono essere allocate via *management*
- Se ci sono SLA dinamici, i BB sono necessari per configurare i *router* (BR e CR) e devono essere in grado di colloquiare fra loro anche fra domini diversi.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

AF - Un esempio

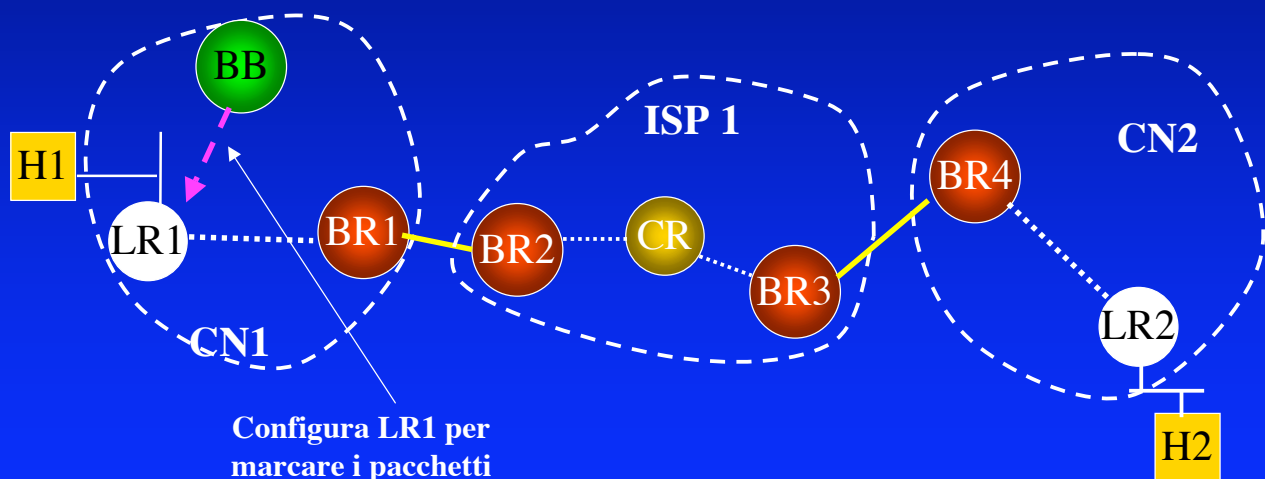


AF - Un esempio

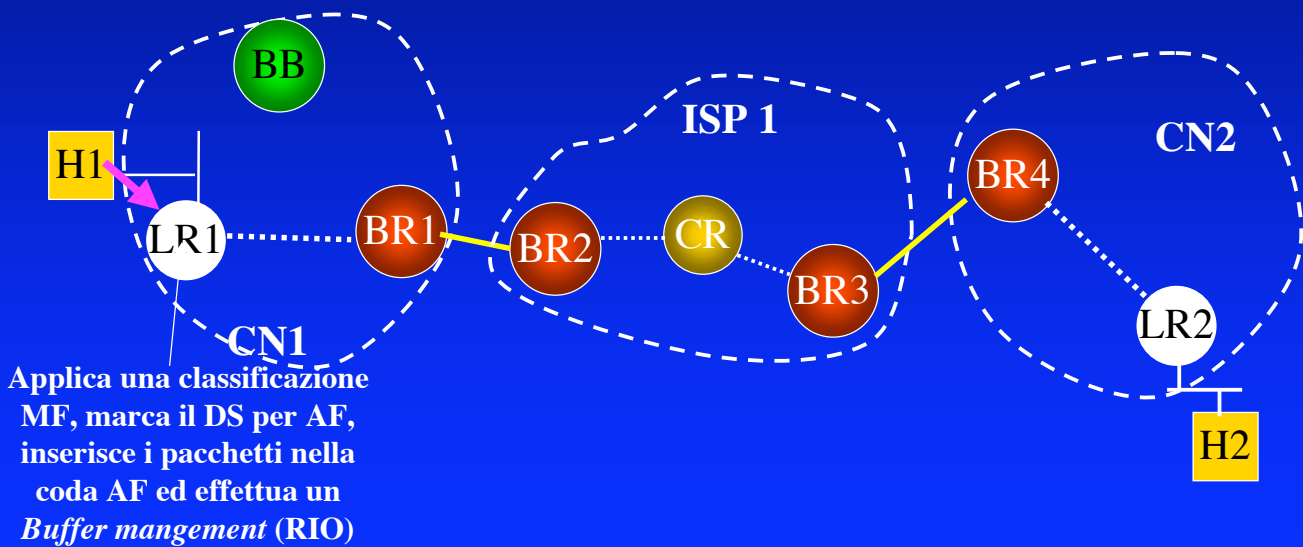
Messaggio RSVP per richiedere il servizio AF



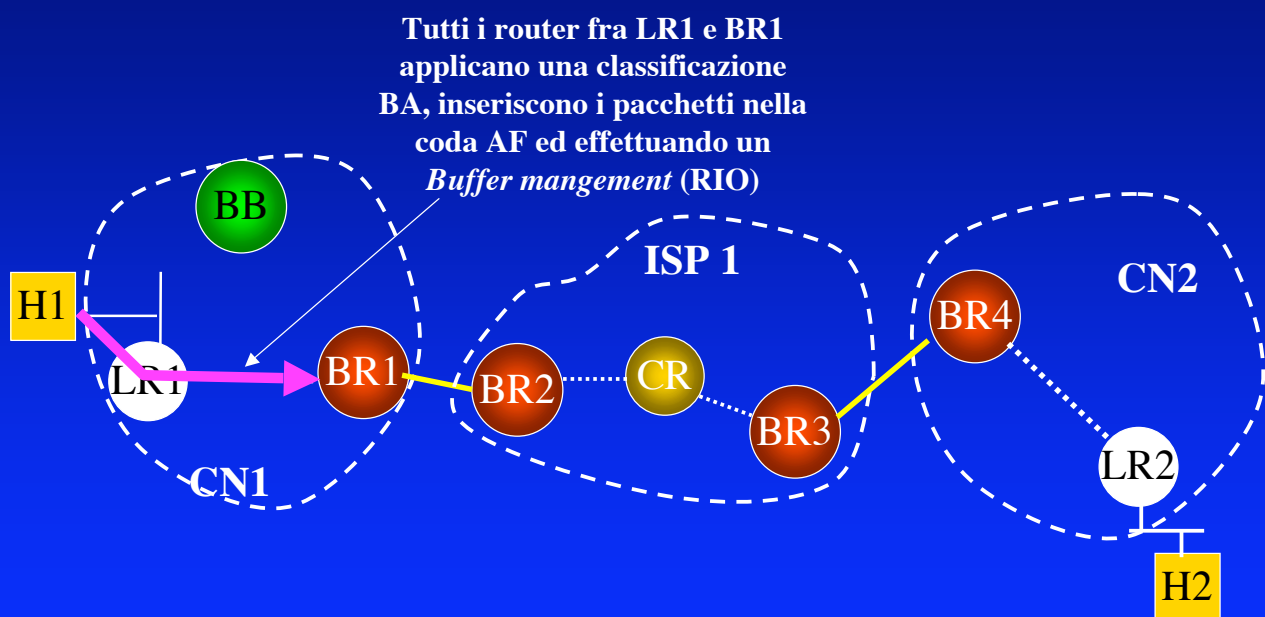
AF - Un esempio



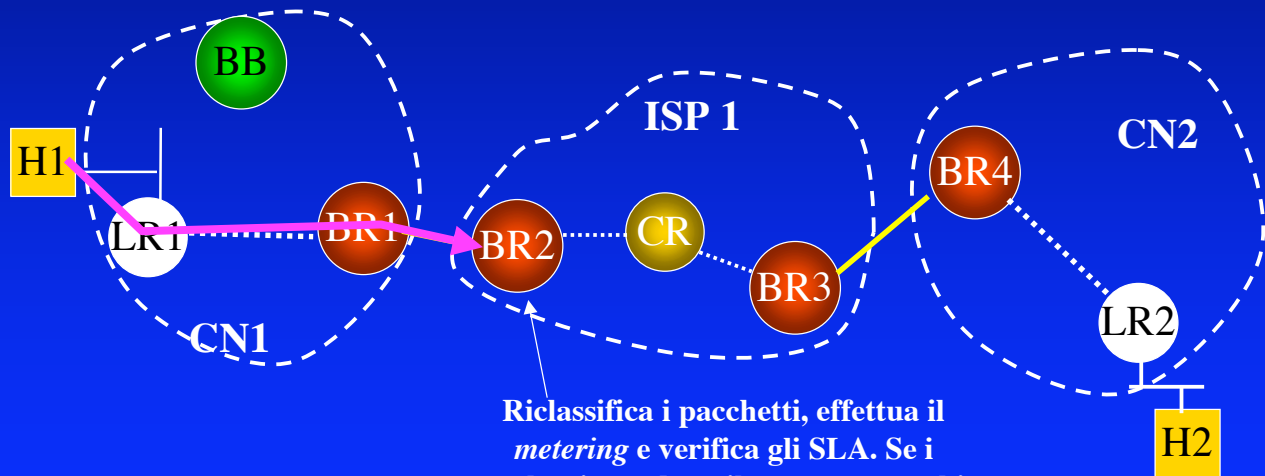
AF - Un esempio



AF - Un esempio

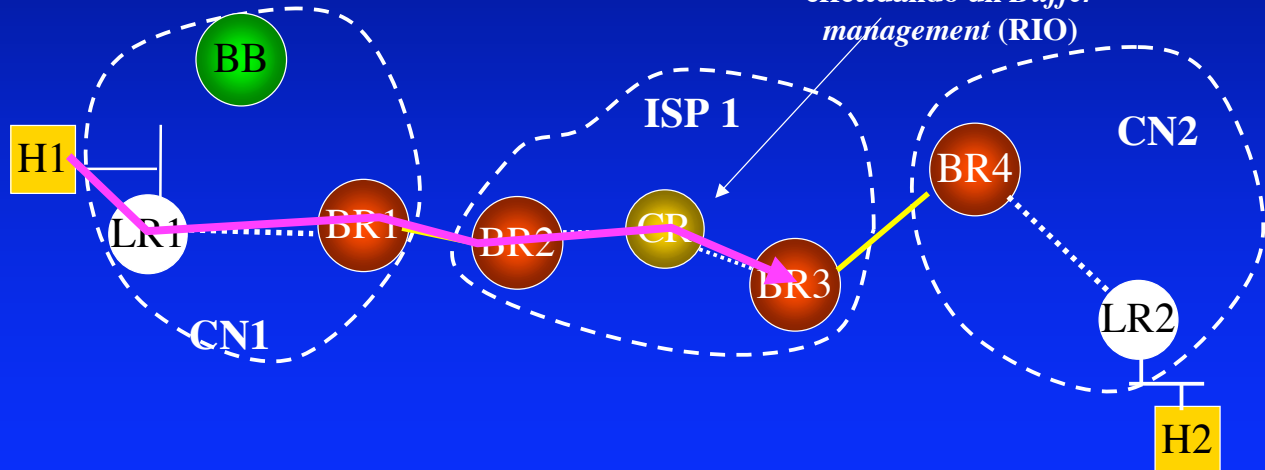


AF - Un esempio



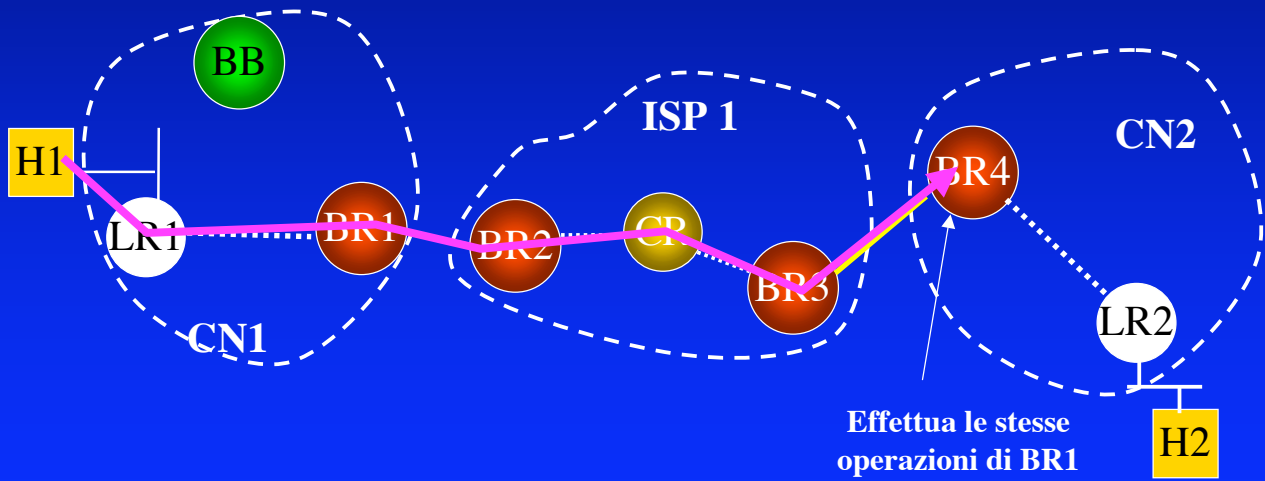
Riclassifica i pacchetti, effettua il *metering* e verifica gli SLA. Se i pacchetti eccedono il contratto cambia colore o DS. Quindi applica uno *shaper*, distribuisce i pacchetti nelle code ed effettua un *Buffer mangement* (RIO)

AF - Un esempio

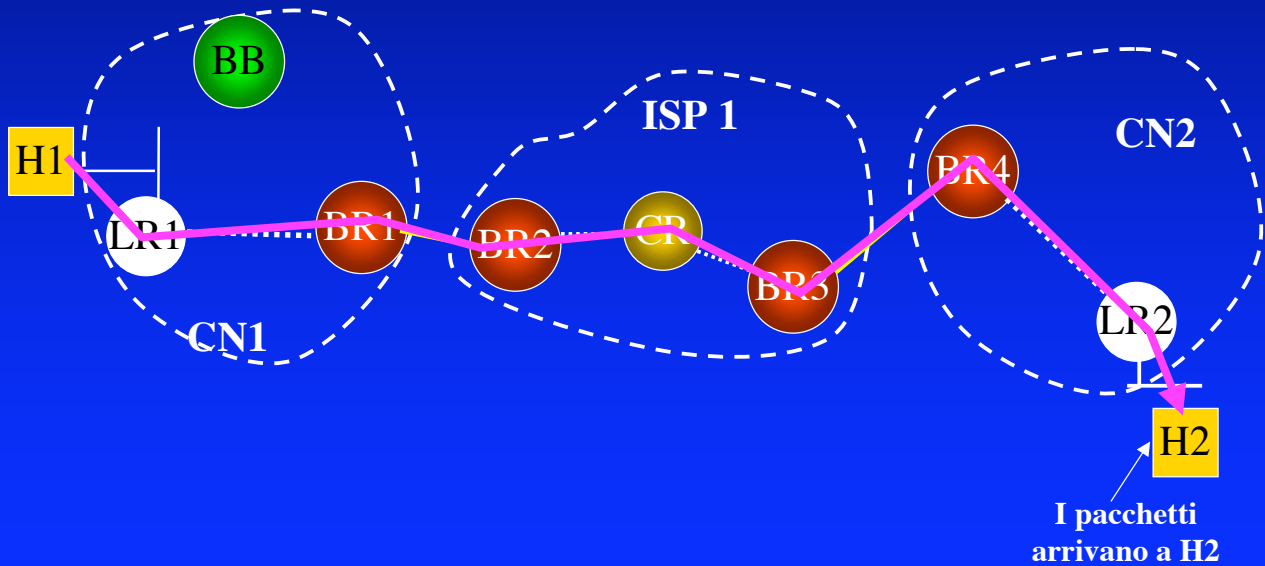


Tutti i CR applicano una classificazione BA, inseriscono i pacchetti nella coda AF ed effettuano un *Buffer mangement* (RIO)

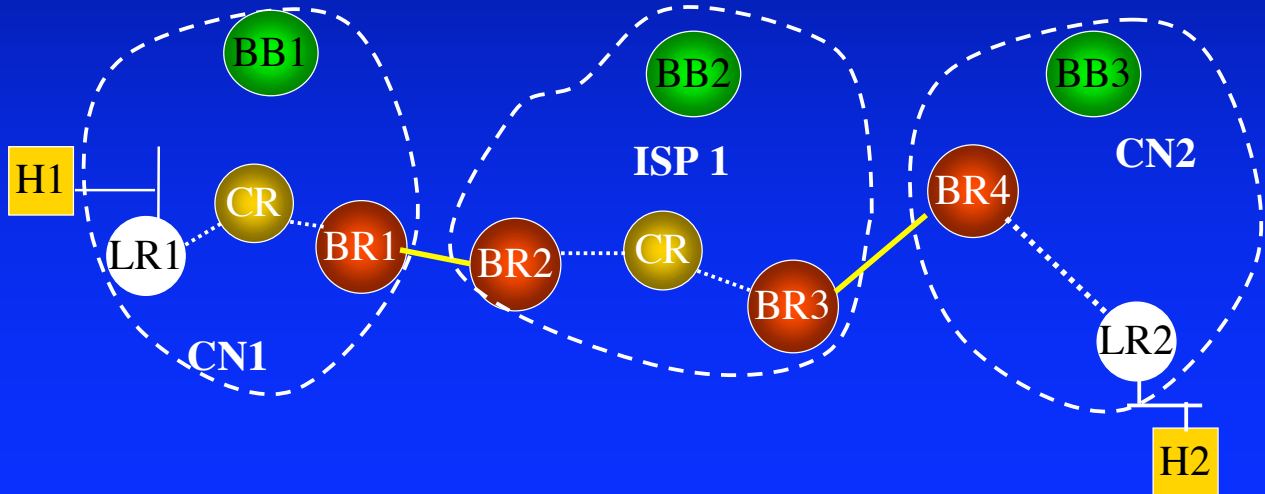
AF - Un esempio



AF - Un esempio

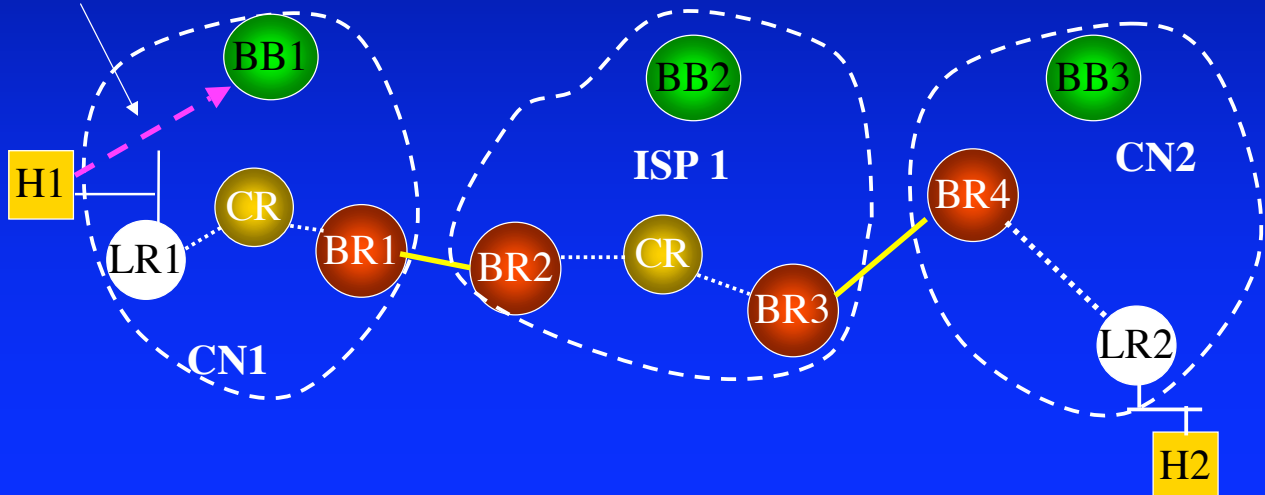


EF - Un esempio (segnalazione)

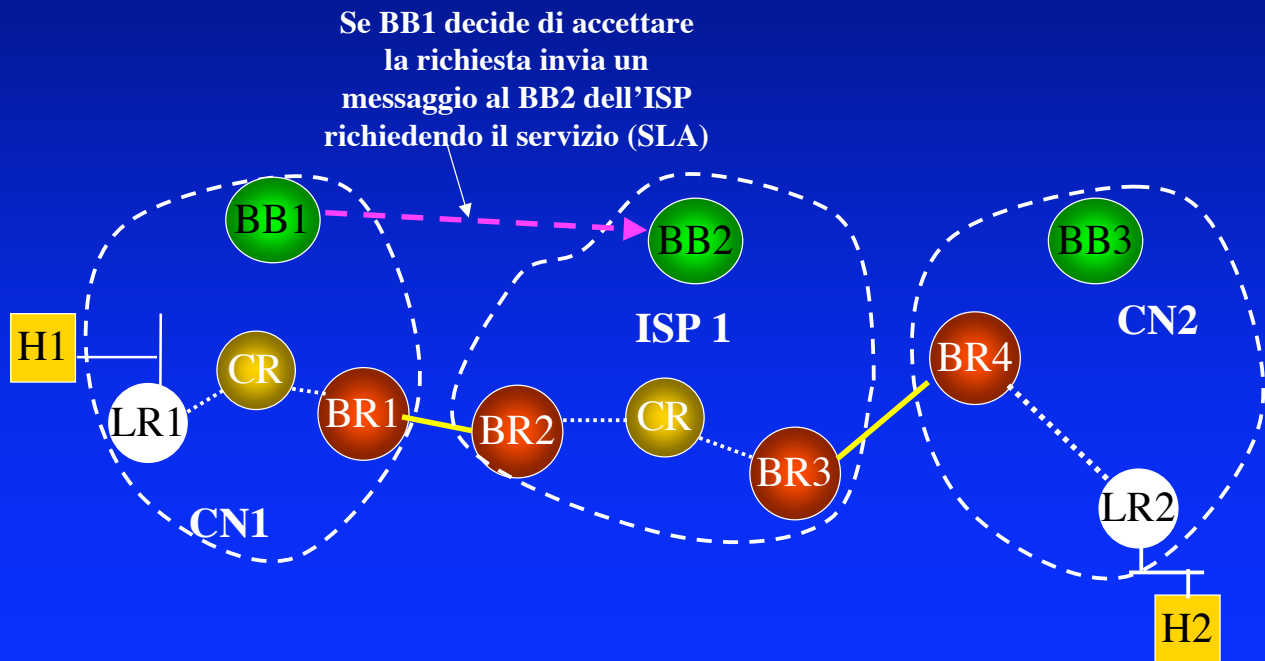


EF - Un esempio (segnalazione)

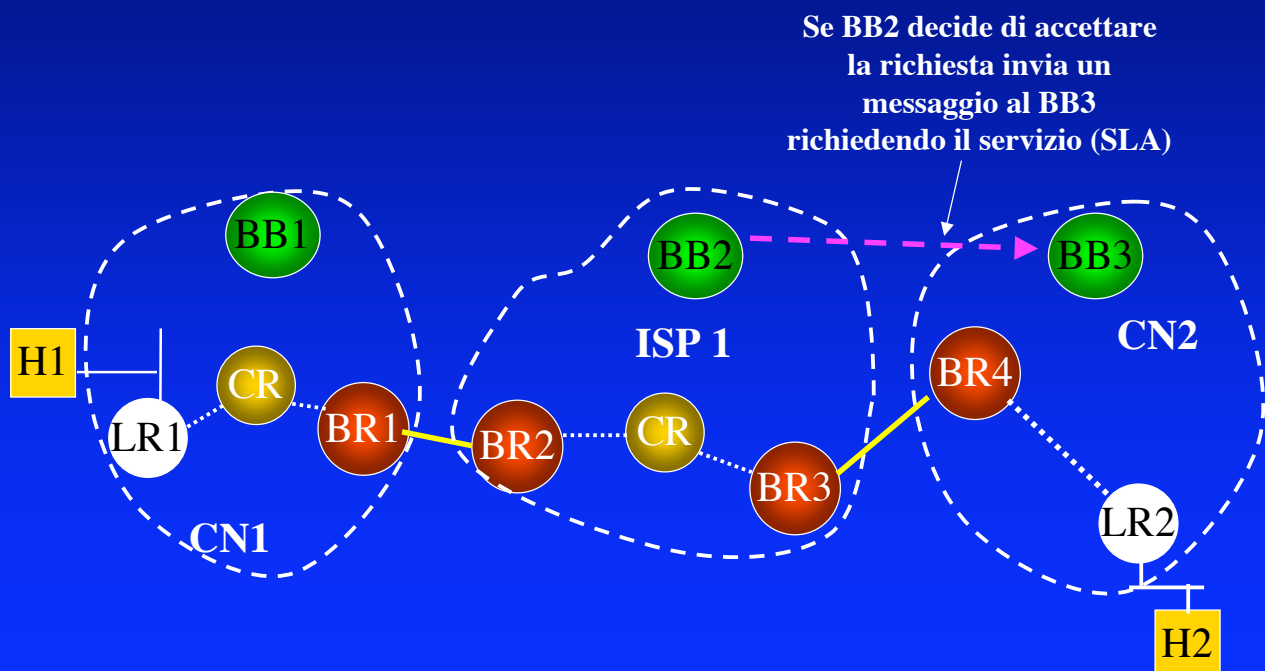
Messaggio RSVP per richiedere il servizio EF



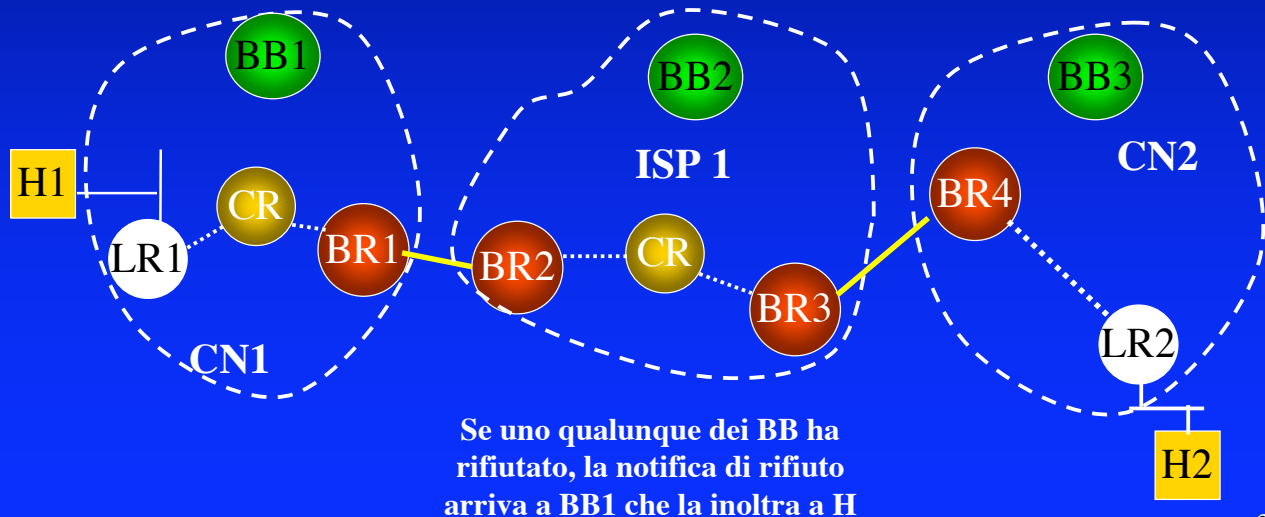
EF - Un esempio (segnalazione)



EF - Un esempio (segnalazione)



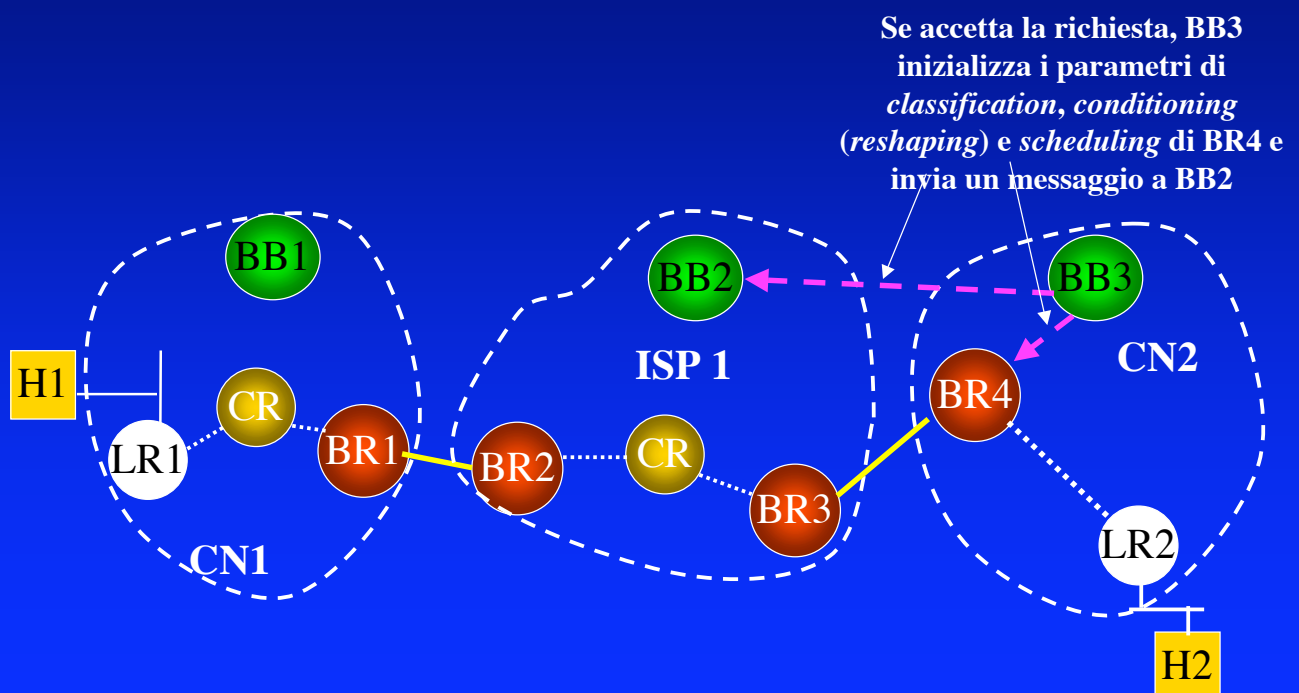
EF - Un esempio (segnalazione)



Lezione 1.2, v. 1.0

31

EF - Un esempio (segnalazione)

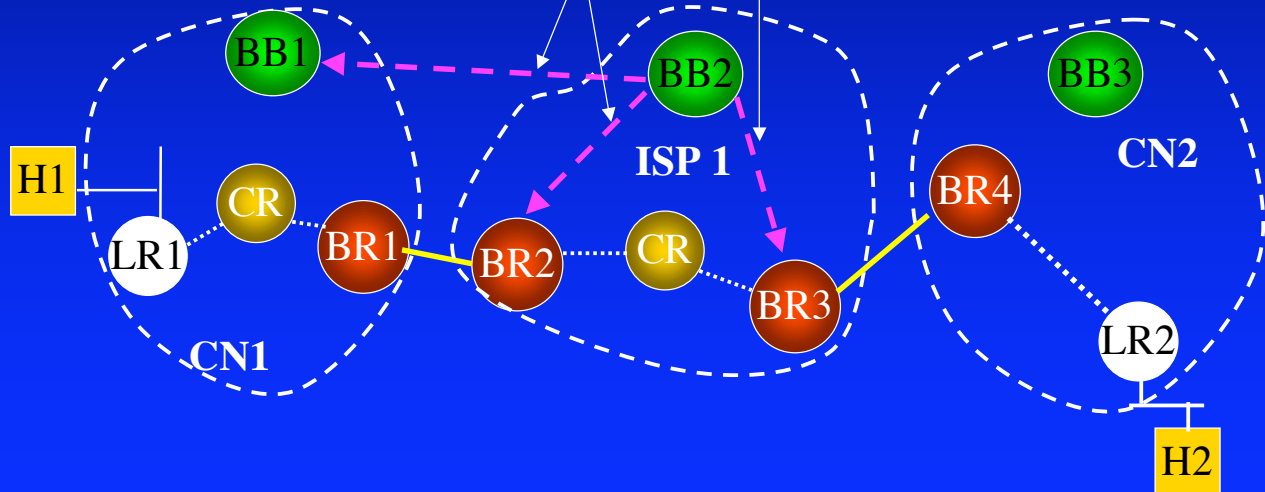


Lezione 1.2, v. 1.0

31

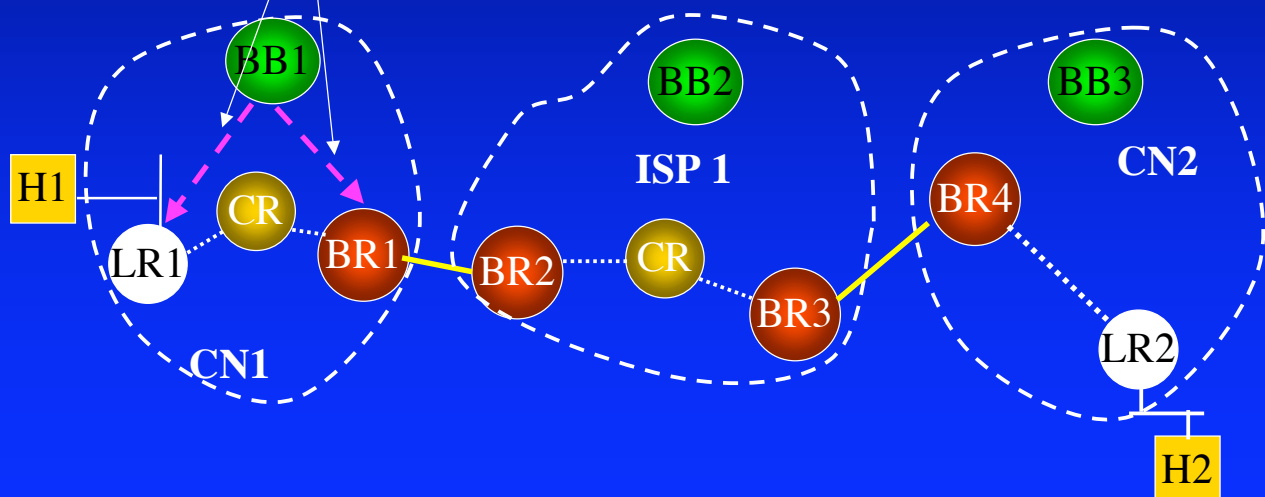
EF - Un esempio (segnalazione)

Se accetta la richiesta, BB2
inizializza i parametri di
classification, conditioning
(*reshaping*) e *scheduling* di BR2 e
3, ed invia un messaggio a BB1

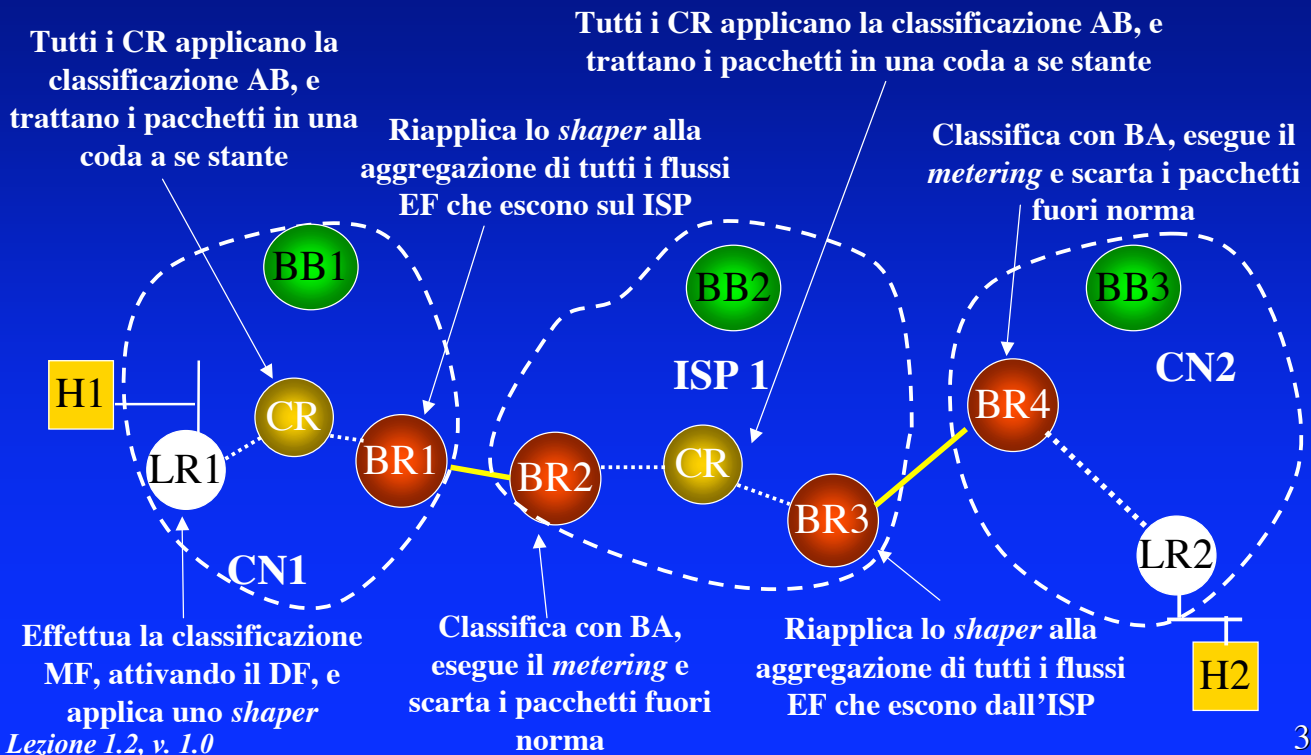


EF - Un esempio (segnalazione)

Se accetta, BB1 inizializza il
marking e lo *shaper* in LR1, e lo
shaper in BR1,



EF - Un esempio (fase dati)



Altri elementi importanti

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