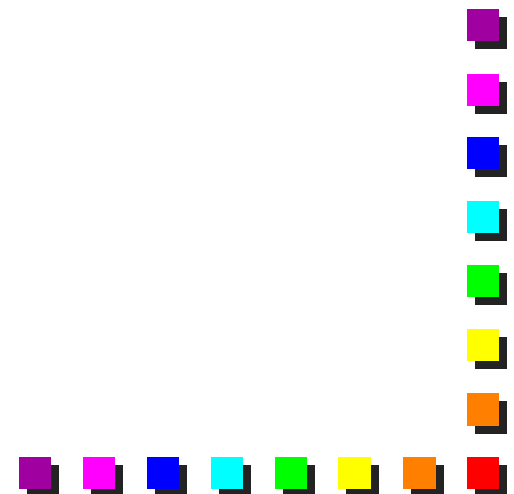





# Internet Protocol Version 6: aspetti avanzati

**Gli aspetti innovativi del protocollo  
IPv6**





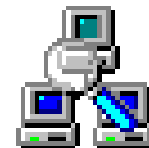
# Autoconfigurazione

- **Indirizzi: normalmente forniti dai provider:**
    - se si cambia il provider occorre cambiare gli indirizzi
  - **Occorre un protocollo di assegnazione degli indirizzi e delle informazioni di configurazione, progettato per:**
    - facilitare la rinumerazione delle macchine di un sito
    - evitare configurazioni manuali (Plug and Play)
    - non richiedere presenza di server o router per piccoli siti
    - gestire:
      - Link Local Address
      - Site Local Address
      - Global Address
  - **Cosa è necessario configurare**
    - Host, Routers, DNS, applicazioni (es. web server, licenze basate su indirizzo IP, liste di accesso, ...)
- 



## Autoconfigurazione degli hosts: stateless (1)

- **Configurazione di base**
  - Generazione di un indirizzo link-local
  - Probing per verificare che sia unico
- **L'host può parlare con tutte le macchine della propria LAN, senza l'intervento di un router**
- **Se esiste un router**
  - Ascolto dei messaggi di Router Advertisement
  - (oppure) Messaggio di Router Solicitation
  - Configurazione dell'indirizzo e probing per verificare che sia unico





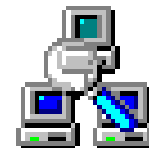
## Autoconfigurazione degli hosts: stateless (2)

- L'host rimane perennemente in ascolto dei messaggi dei routers
  - Un host può essere riconfigurato a run time
  - Si favorisce il renumbering
    - Ad esempio, è possibile passare da un indirizzo site-local a uno global
  - Indirizzi
    - Preferiti
    - Deprecati
    - (non validi)










# Duplicate Address Detection

- **Necessario per validare l'unicità di un indirizzo IPv6**
  - Ad esempio per verificare che un indirizzo ottenuto da stateless autoconfiguration sia valido
- **Procedura**
  - L'host effettua il join agli indirizzi MAC+IPv6 relativi all'indirizzo IPv6 da verificare
    - Questa fase non richiede l'invio di nessun pacchetto
  - Si invia un pacchetto all'indirizzo IPv6 multicast relativo all'indirizzo IPv6 da verificare
  - Si aspetta almeno 1 sec
  - In mancanza di risposta, si considera quell'indirizzo come valido
  - È possibile iniziare la fase di router discovery





## Autoconfigurazione degli hosts: stateful

- DHCPv6 : modello client/server
  - Compatibile con autoconfigurazione stateless
  - Messaggi disponibili:
    - Solicit
    - Advertise
    - Request
    - Reply
    - Release
    - Reconfigure
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



# Autoconfigurazione dei routers

- Router Renumbering (RFC 2894)
  - Pacchetti di Router Renumbering
    - contengono PCOs (Prefix Control Operations)
      - Match-Prefix: specifica operazioni da compiere
      - Use-Prefix
    - sono trasportati da pacchetti ICMPv6
  - Due tipi di messaggi di Router Renumbering
    - Commands: inviati ai router
    - Results: inviati dai router in risposta ai comandi
- 




# DNS

## ■ DNS: Domain Name System

- database distribuito
- associa nomi a indirizzi IP
- l'elemento atomico del DNS è il record (RR)









## ■ Record :

- tipo A : per indirizzi di 32 bit
  - tipo AAAA : per indirizzi di 128 bit (RFC1886)
    - dominio IP6.INT
  - tipo A6 (RFC 2874) :
    - consente configurazione e aggiornamento automatico del DNS
    - l'informazione è suddivisa su più record
    - facilitate le operazioni di renumbering della rete
    - In pratica, non usato
- 



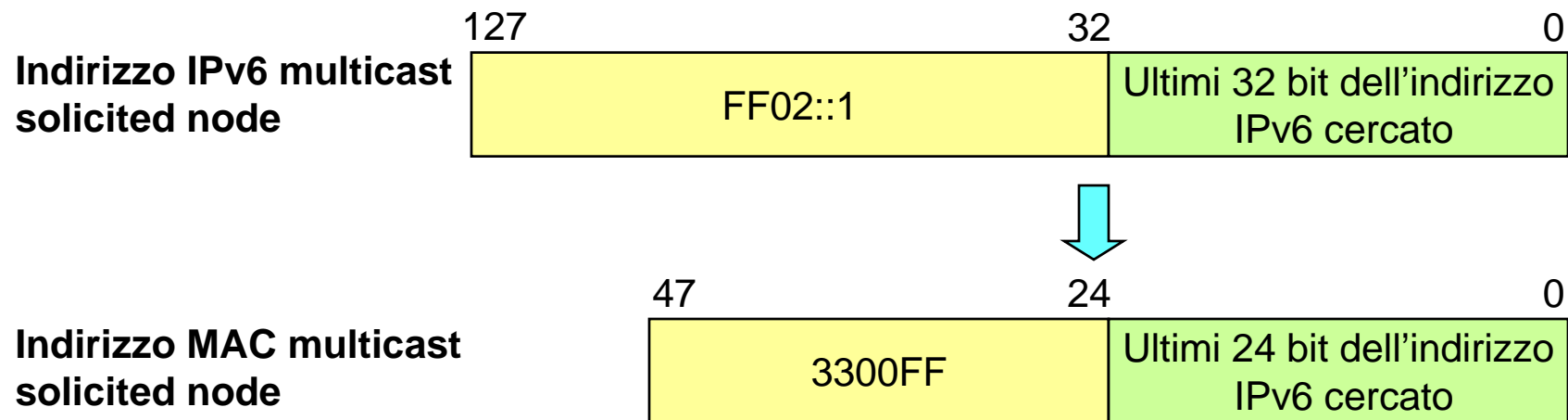


## Neighbor discovery

- In IPv6 scompare ARP sostituito dalle nuove funzionalità di ICMP:
    - Router Discovery: per scoprire i routers
    - Prefix Discovery: per scoprire il prefisso del link a cui sono connessi
    - Parameter Discovery: determinazione di parametri quali l'MTU del link o l'hop limit di default
    - Address Autoconfiguration
    - Neighbor Discovery
    - Neighbor Unreachability Detection
    - Duplicate Address Detection
    - Next-Hop Determination
    - Redirect
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

## Ricerca dell'indirizzo MAC

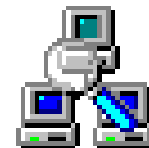
- Si invia un messaggio ad un indirizzo IPv6 multicast che è derivato dall'indirizzo dell'host che si sta ricercando
- Esempio: ricerca dell'indirizzo MAC dell'host 2001::1
  - Messaggio Neighbor Solicitation all'indirizzo FF02::1:0:1
  - Messaggio di risposta Neighbor Advertisement



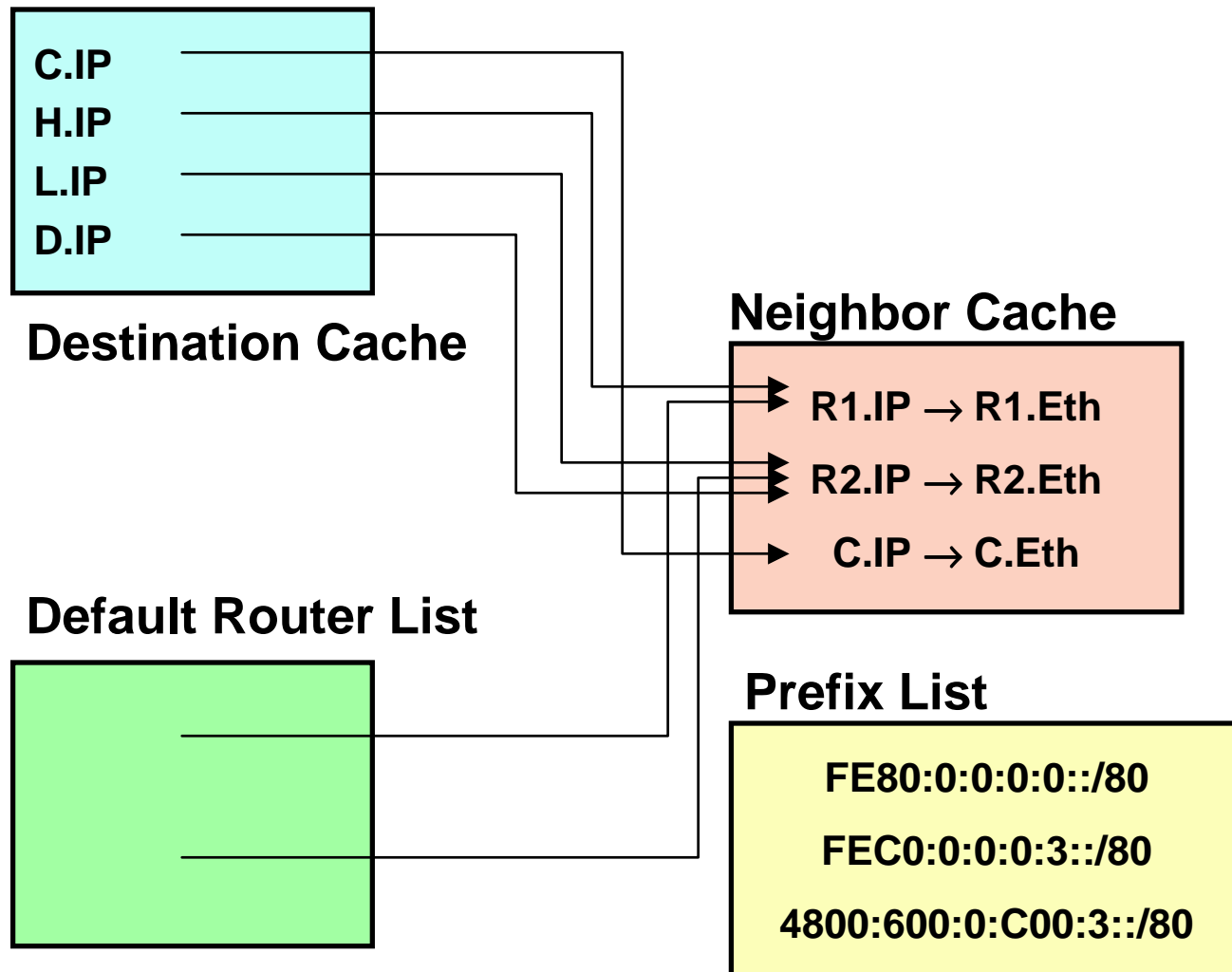


## Address Resolution

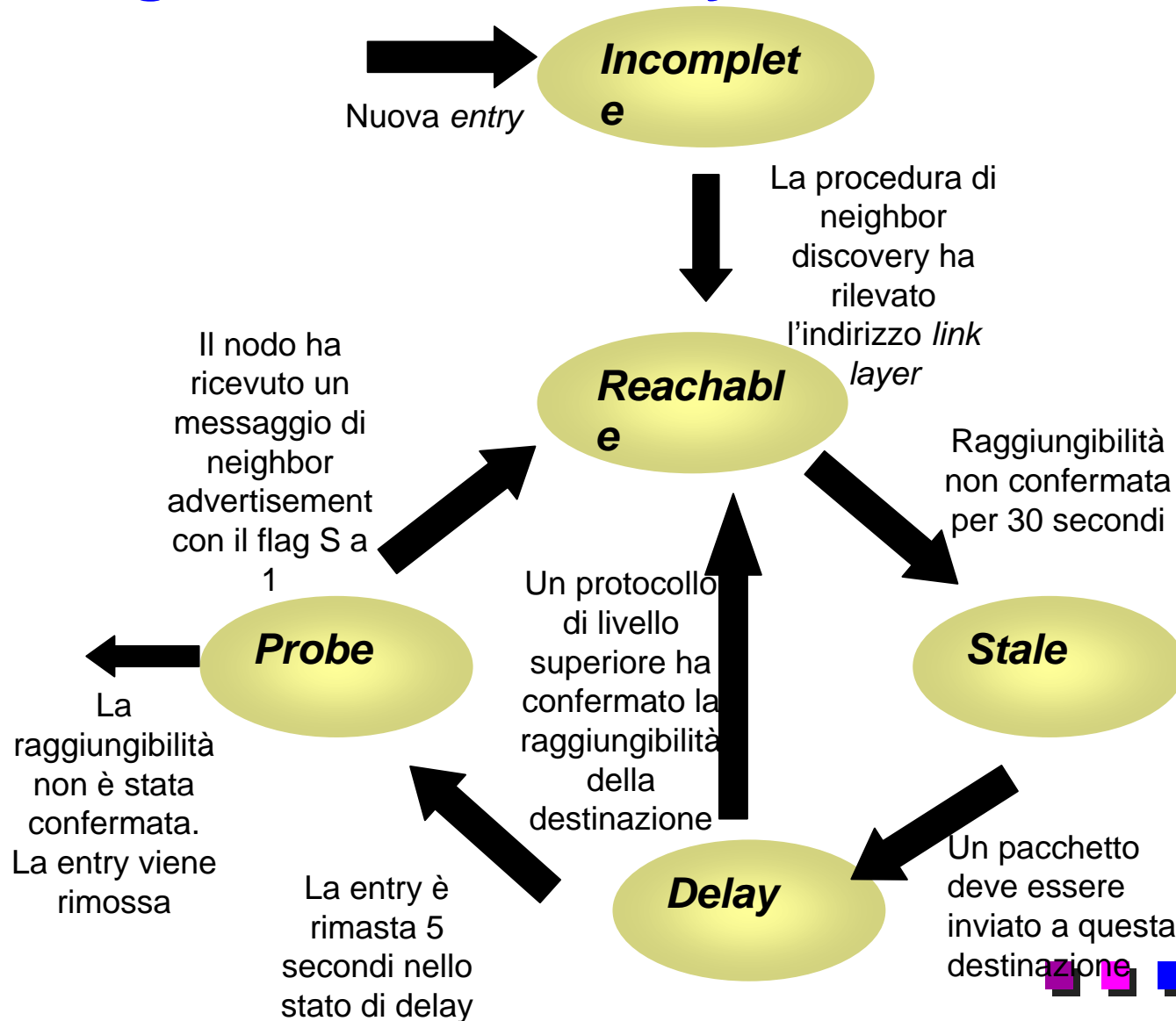
- Una stazione che debba trasmettere un pacchetto verifica se l'indirizzo è locale (match con un address prefix) o remoto:
  - Se è locale:
    - determina l'indirizzo tramite una Neighbor Solicitation
    - non vengono più utilizzati gli indirizzi broadcast
  - Se è remoto:
    - sceglie un router tra quelli imparati tramite un Router Advertisement
- Le risposte vengono memorizzate in cache



# Le cache di un host



# Neighbor Reachability Detection






# Algoritmo di comunicazione

## ■ Longest prefix match

- Host raggiungibile direttamente
  - Possiedo già il prefix (è uguale al mio)
  - Devo ricavare l'indirizzo MAC finale
- Necessità di inoltro del pacchetto al router

## ■ Neighbor cache

- È consultata al momento di dover raggiungere il prossimo passo verso la destinazione
  - Se l'informazione non è presente, si scatena un neighbor discovery
- 



# Sicurezza

- Standard in IPv6
- Distribuzione chiavi
  - Photuris (zero-knowledge key exchange)
  - basato sull'algoritmo di Diffie-Hellman
- Autenticazione
  - Keyed MD5
- Cifratura
  - DES-CBC
- Vedere da RFC 2401 a RFC 2412





# Mobilità

## ■ Due possibili aspetti

### ■ Mobilità

- Capacità di spostarsi da una zona all'altra della rete ed essere comunque operativo
- Risolto dai meccanismi di configurazione stateless e stateful presenti in IPv6

### ■ Portabilità

- Capacità di poter essere raggiunto sempre attraverso lo stesso indirizzo indipendentemente dalla locazione fisica
  - Affrontato da Mobile IPv6
- 

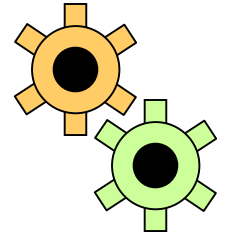




## Mobilità e reti di livello 2

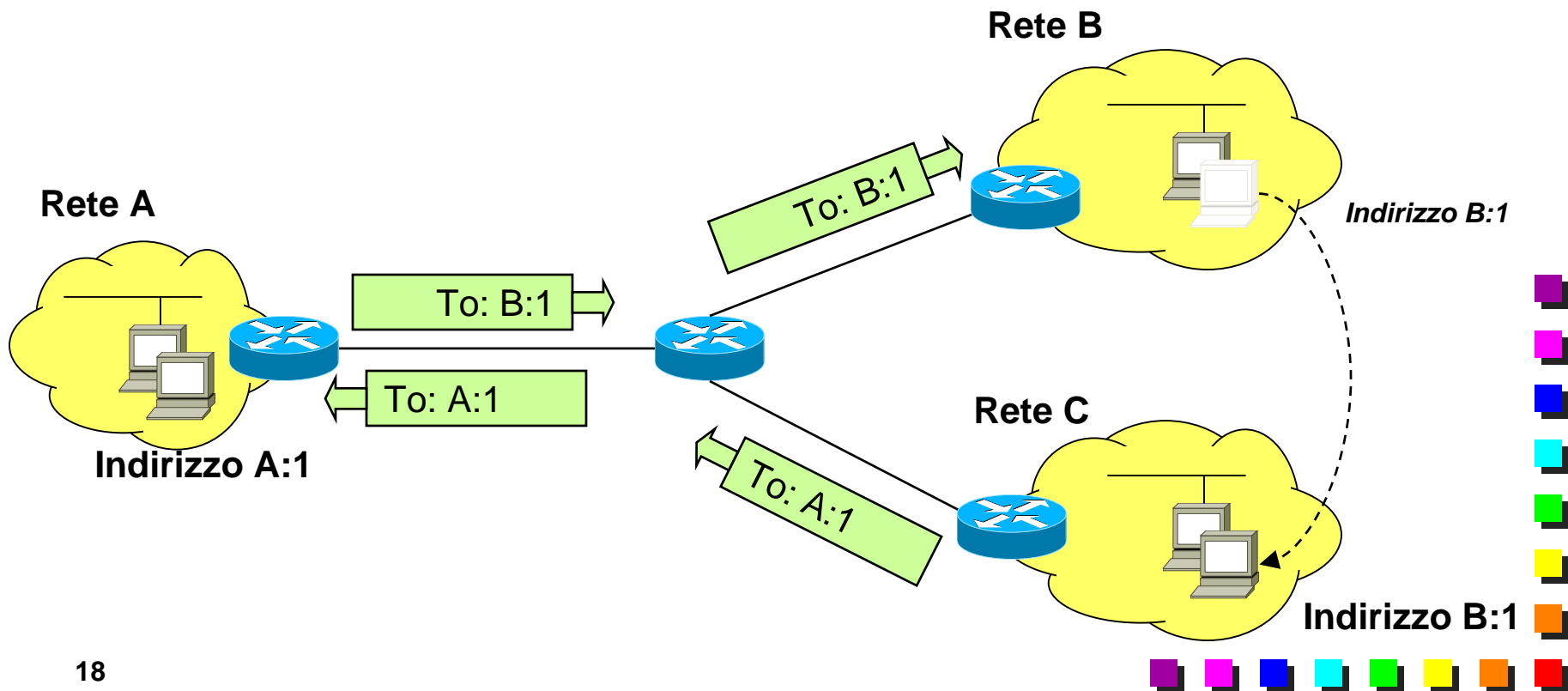
- Una rete di livello 2 (es. Switched Ethernet) offre un supporto nativo alla mobilità
  - Gli switch, attraverso il backward learning, sono in grado di localizzare con precisione la locazione di ogni host a livello MAC
  - I protocolli di livello 3 utilizzano messaggi in multicast (ICMPv6 Neighbor Solicitation) per localizzare l'host sulla LAN
- Se la mobilità è confinata sulla rete di livello 2, non è necessaria una infrastruttura più sofisticata quale Mobile IPv6
  - Esempio: azienda con telefonia interna basata su VoIP

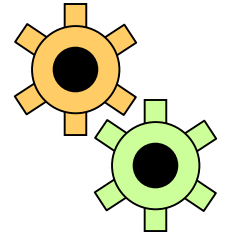




# Il meccanismo di instradamento in IPv6

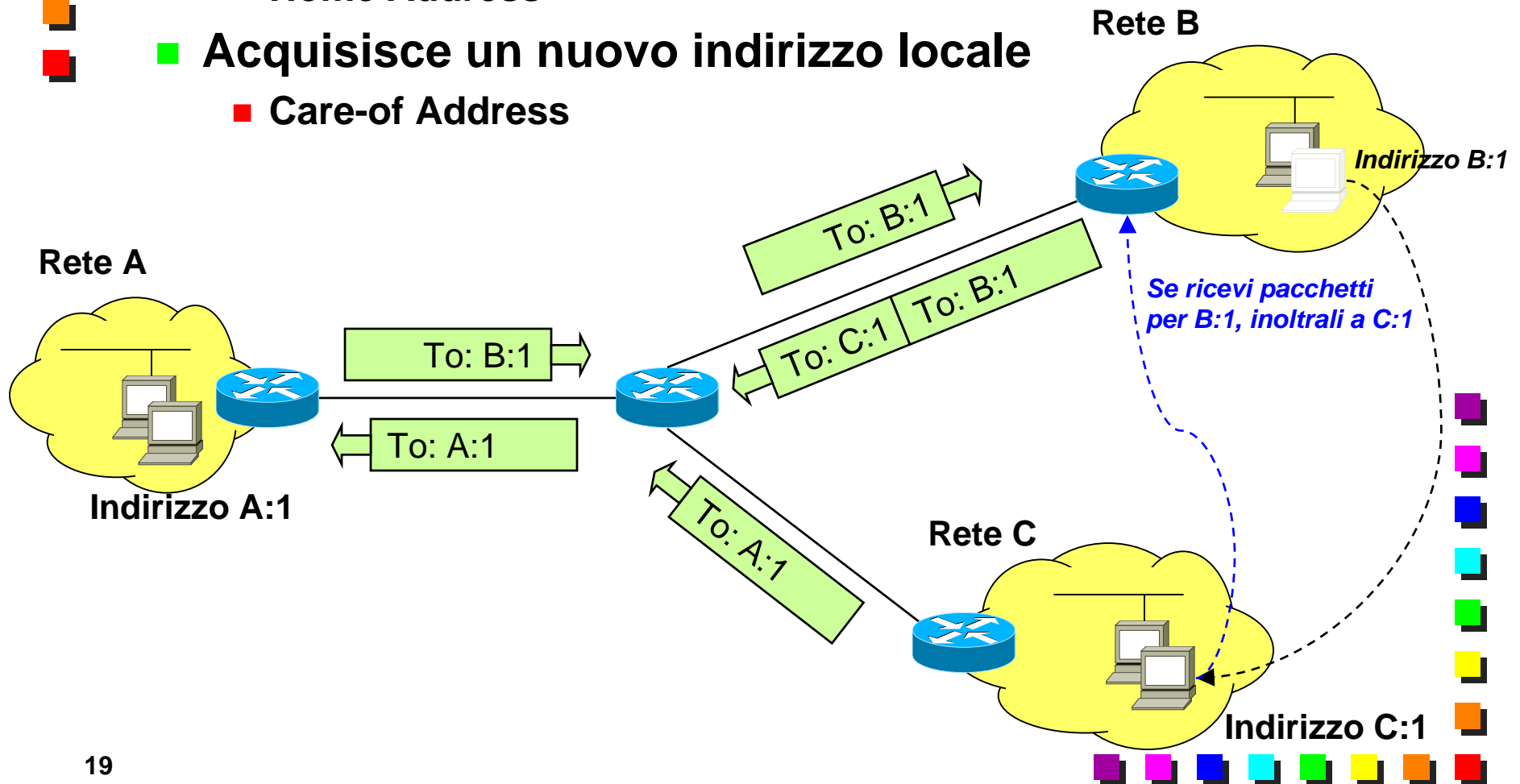
- Basato sull'indirizzo di rete della destinazione
  - Il semplice spostamento della macchina (senza cambio dell'indirizzo) provoca l'irraggiungibilità della stessa
  - Il percorso di andata è ancora valido





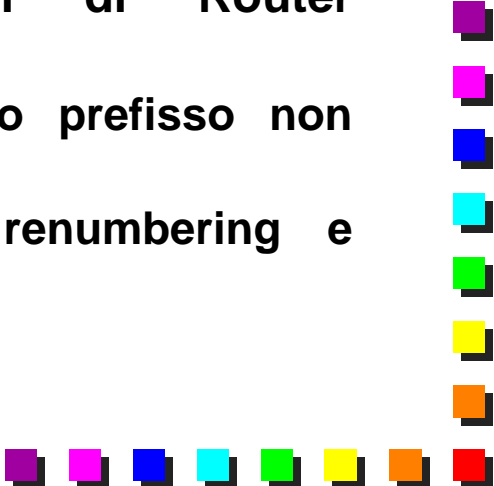
## L'idea alla base di Mobile IPv6

- Ogni host mantiene un suo indirizzo globale
  - Home Address
- Acquisisce un nuovo indirizzo locale
  - Care-of Address





## Rilevamento del movimento

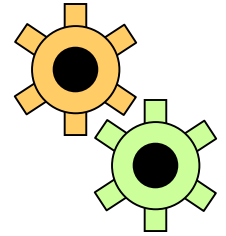
- Non ben specificati dallo standard
  - Meccanismi di livello 2
    - Forse i più affidabili
    - Non sempre disponibili
    - Possibilità di cambiamento del livello 2 ma non della rete di livello 3
  - Meccanismi di livello 3
    - Mobile IPv6 non specifica nessun meccanismo ad-hoc
    - Analisi del contenuto dei messaggi di Router Advertisement
      - La ricezione dell'annuncio di un nuovo prefisso non implica automaticamente un movimento
      - Difficoltà a distinguere tra network renumbering e movimento
- 



## Determinazione del Care-Of Address

- Attraverso uno dei meccanismi di autoconfigurazione di IPv6
  - Stateless, stateful (DHCPv6)
- Sono ammessi più Care-Of Address
  - Ad esempio host che è attualmente connesso a più celle





# Registrazione presso l'Home Agent

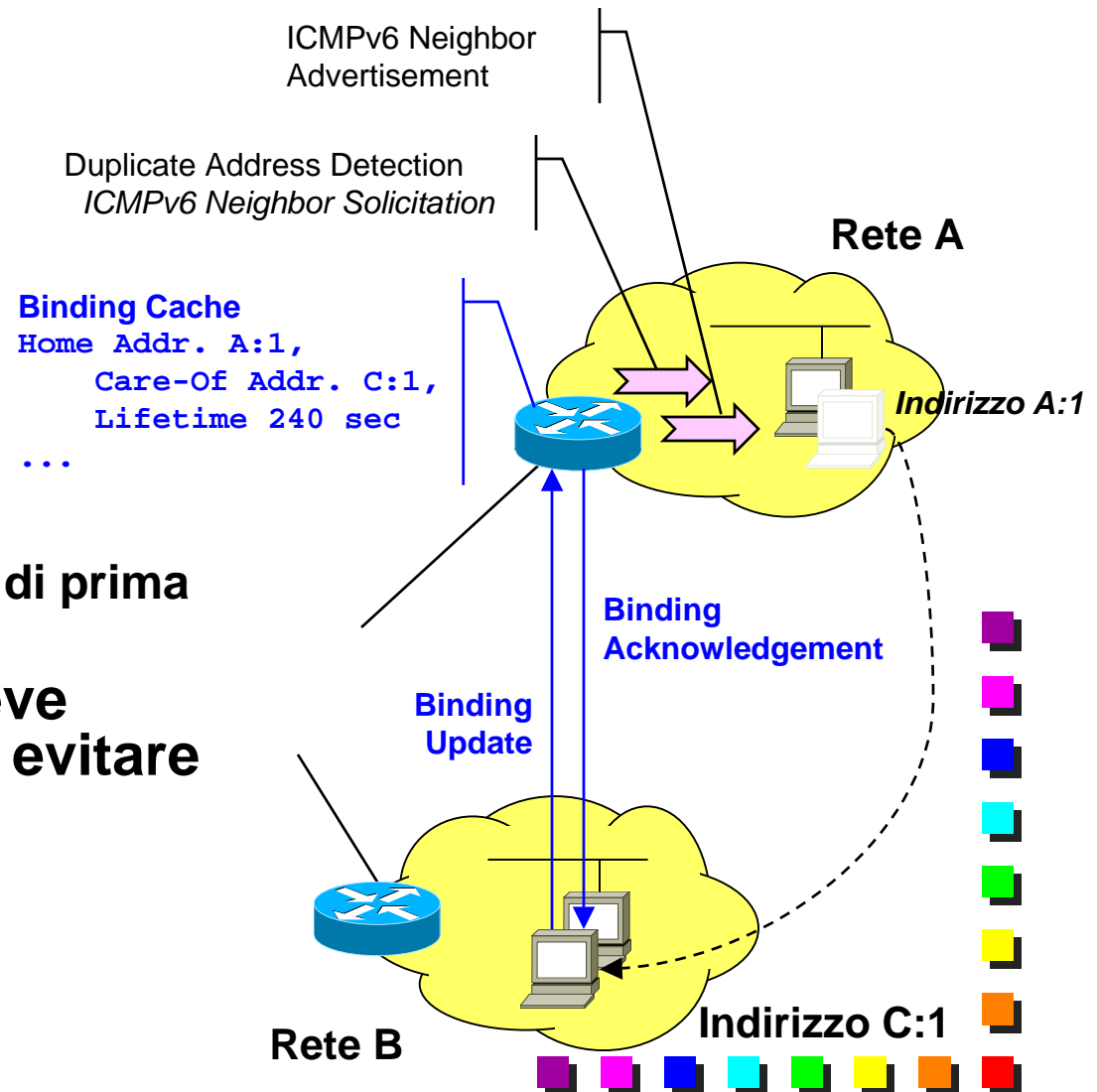
## ■ Fasi:

1. Binding Update
2. DAD
3. Aggiornamento cache altri host
4. Aggiornamento Binding Cache
5. Binding Ack

## ■ Fasi 2 e 3

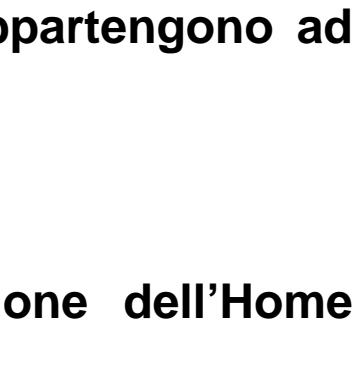
- Solamente nel caso di prima registrazione

- Binding Update: deve essere protetto per evitare spoofing



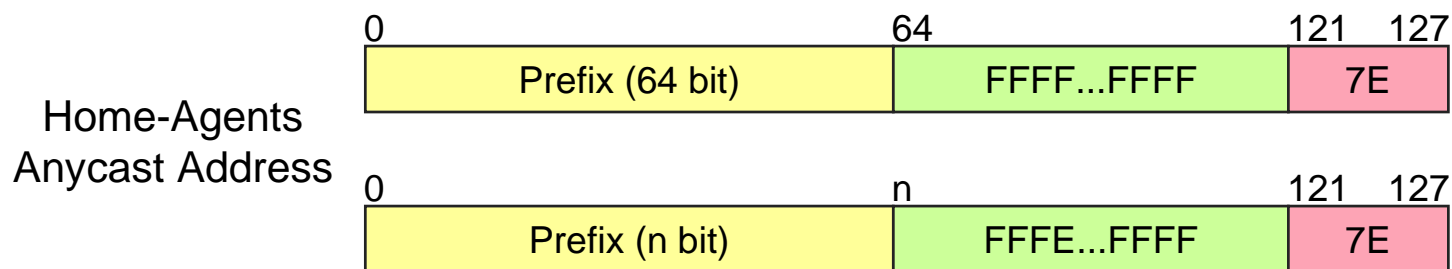


## Compiti dell'Home Agent

- **Agire “in rappresentanza” dell’host mobile**
    - Genera messaggi ICMPv6 Neighbor Solicitation / ICMPv6 Neighbor Advertisement quando richiesto
    - Inoltra i messaggi destinati all’Home Address verso il nuovo indirizzo, mediante tunnelling
  - **I pacchetti destinati all’indirizzo link-local vengono scartati**
    - L’host mobile non è fisicamente presente sul link
    - Generato un messaggio ICMPv6 Destination Unreachable
    - Multicast: inoltrati all’host solamente se appartengono ad un gruppo per cui l’host ha effettuato il JOIN
  - **Mantiene la lista degli altri Home Agent**
    - Home Agents List
    - Necessaria durante la fase di localizzazione dell’Home Agent
- 

# Localizzazione dell'Home Agent

- Ogni router può essere un Home Agent
  - Router Advertisement con il bit H (Home Agent) settato
  - Mobile Host riceve questi pacchetti e genera la Home Agent List, scegliendo il migliore
- Caso in cui sia impossibile contattare l'Home Agent
  - Cambi di configurazione nella rete home, interruzioni di servizio
  - Home Agent Address Discovery Request, in anycast
  - Home Agent Address Discovery Reply, comprendente la lista degli Home Agent, in unicast







# Invio dei pacchetti dati da parte del Mobile Node

## ■ Necessità contrastanti

- Necessario mantenere l'Home Address per problemi di compatibilità con le applicazioni
  - TCP identifica le sessioni anche sulla base degli indirizzi sorgente e destinazione
- Reti con Network Ingress Filtering abilitato
  - Consentono il passaggio di pacchetti in uscita verso Internet solamente se l'indirizzo sorgente appartiene alla rete stessa
  - E' necessario quindi utilizzare il Care-Of Address

## ■ Soluzioni

- Route Optimization
  - Inoltro senza l'uso di Mobile IPv6
  - Reverse Tunnelling
- 



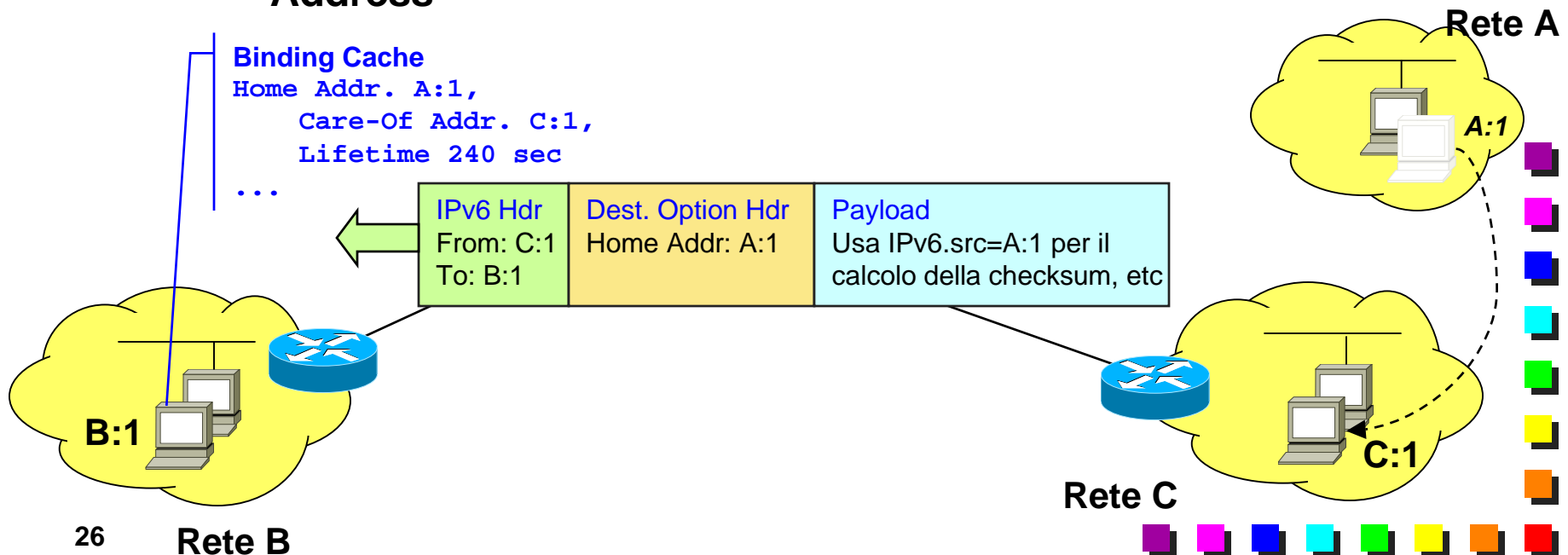
# Route Optimization

## ■ Possibile se

- Il Corrispondent Node ha supporto IPv6
- Il Corrispondent Node ha un binding attivo nella sua Binding Cache verso il Care-Of Address del nodo mobile

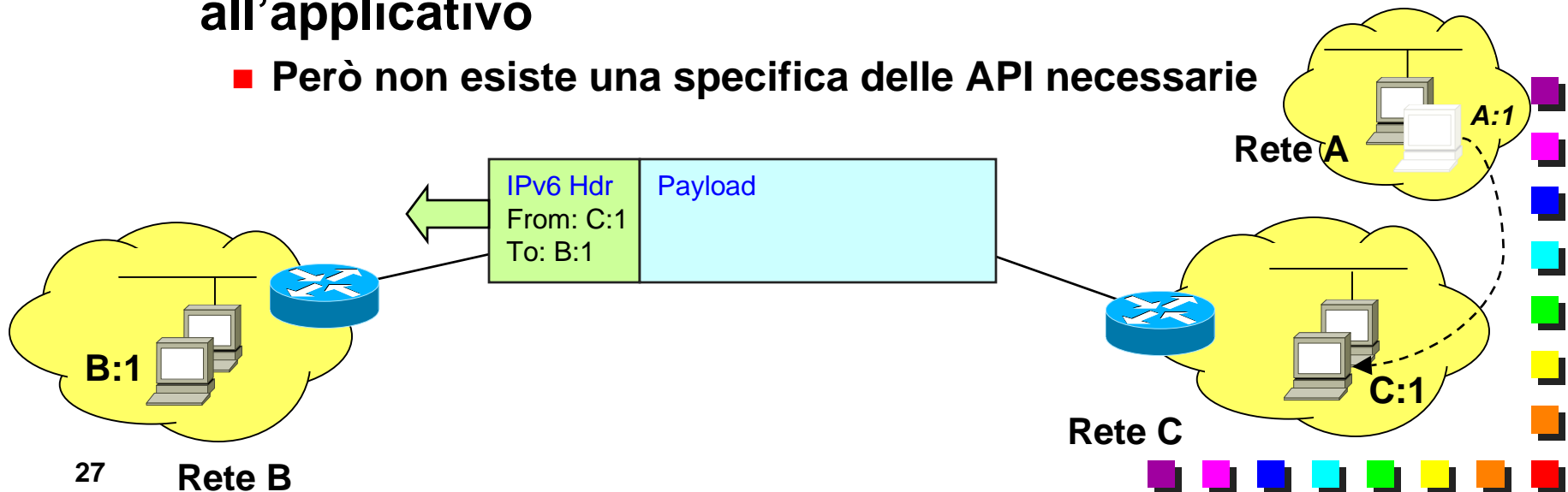
## ■ Introdotto un nuovo Destination Option Header

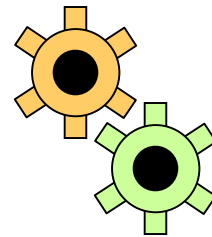
- Protocolli L4 operano come se l'indirizzo fosse l'Home Address



## Inoltro senza l'uso di Mobile IPv6

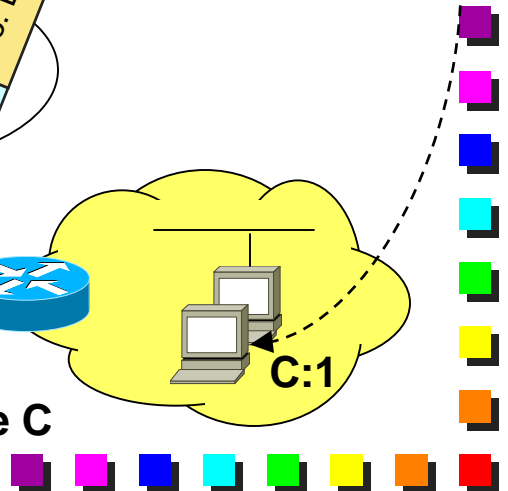
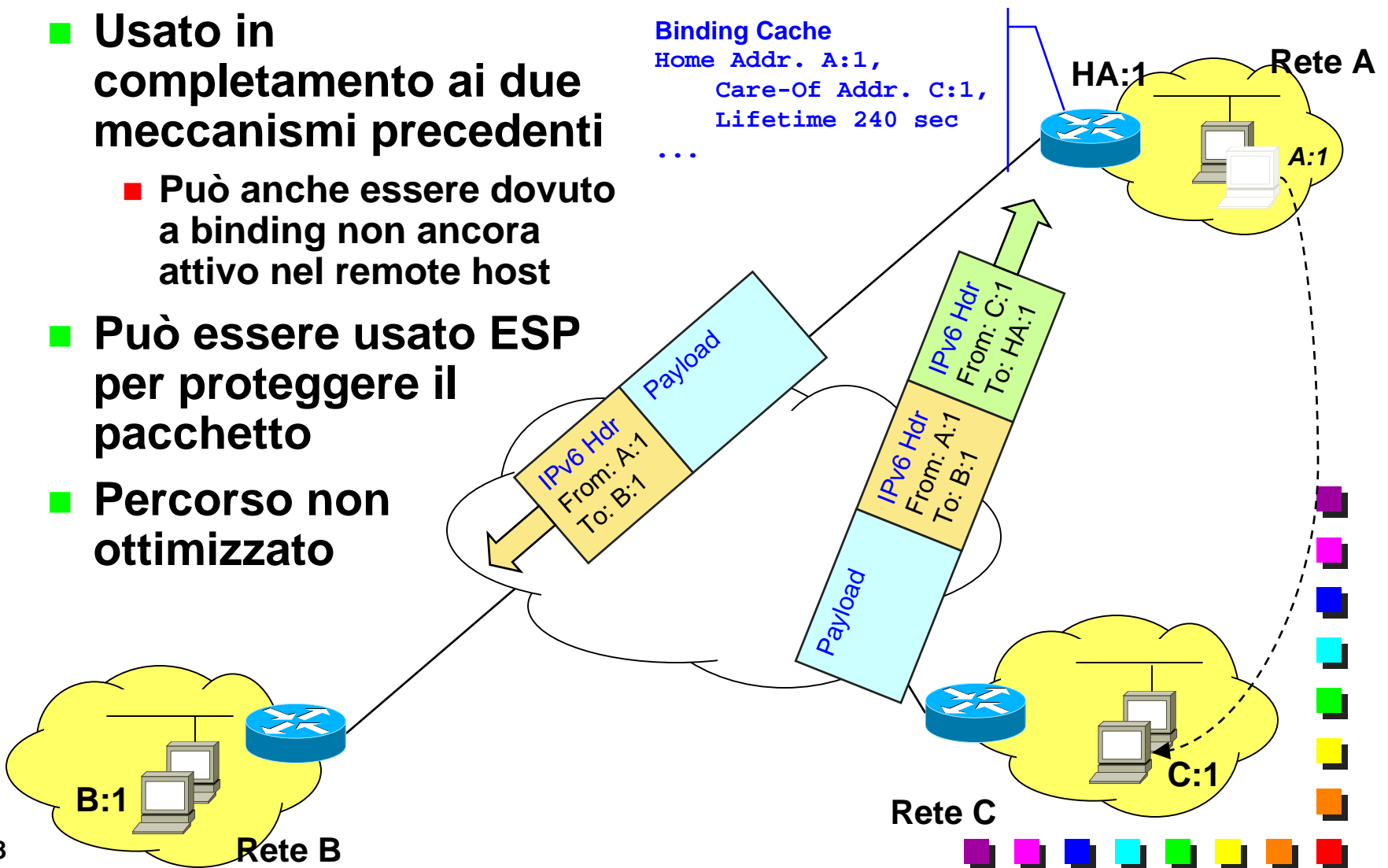
- Mobile host usa il Care-Of Address per le comunicazioni
- Possibile se
  - Le applicazioni hanno sessioni "corte" (es. DNS)
  - L'interazione è prevalentemente di tipo client-server
  - L'applicativo è in grado di recuperare eventuali errori
- La scelta di questo meccanismo è lasciata all'applicativo
  - Però non esiste una specifica delle API necessarie





# Reverse Tunnelling

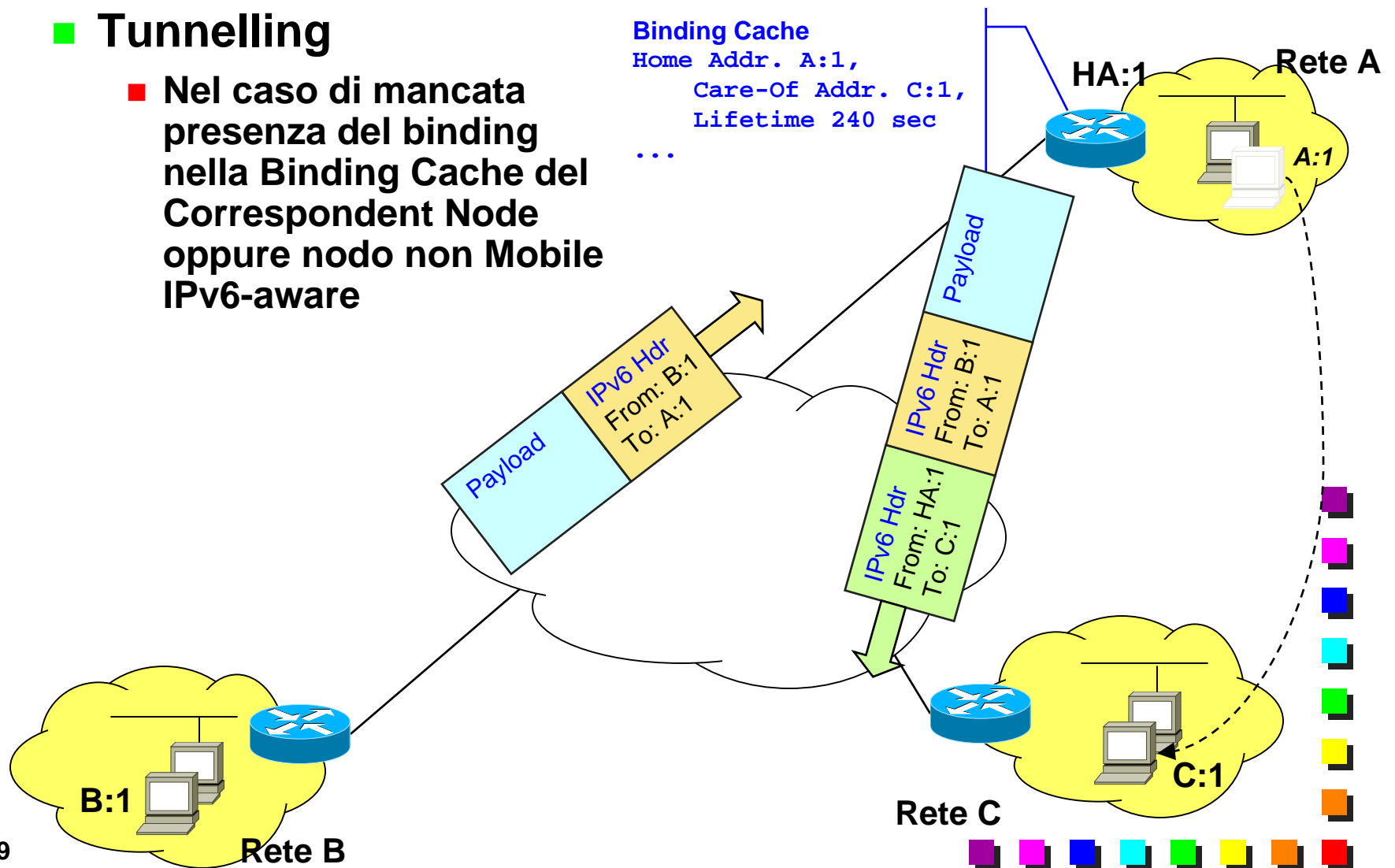
- Usato in completamento ai due meccanismi precedenti
  - Può anche essere dovuto a binding non ancora attivo nel remote host
- Può essere usato ESP per proteggere il pacchetto
- Percorso non ottimizzato



# Invio pacchetti da parte del Correspondent Node (1)

## Tunnelling

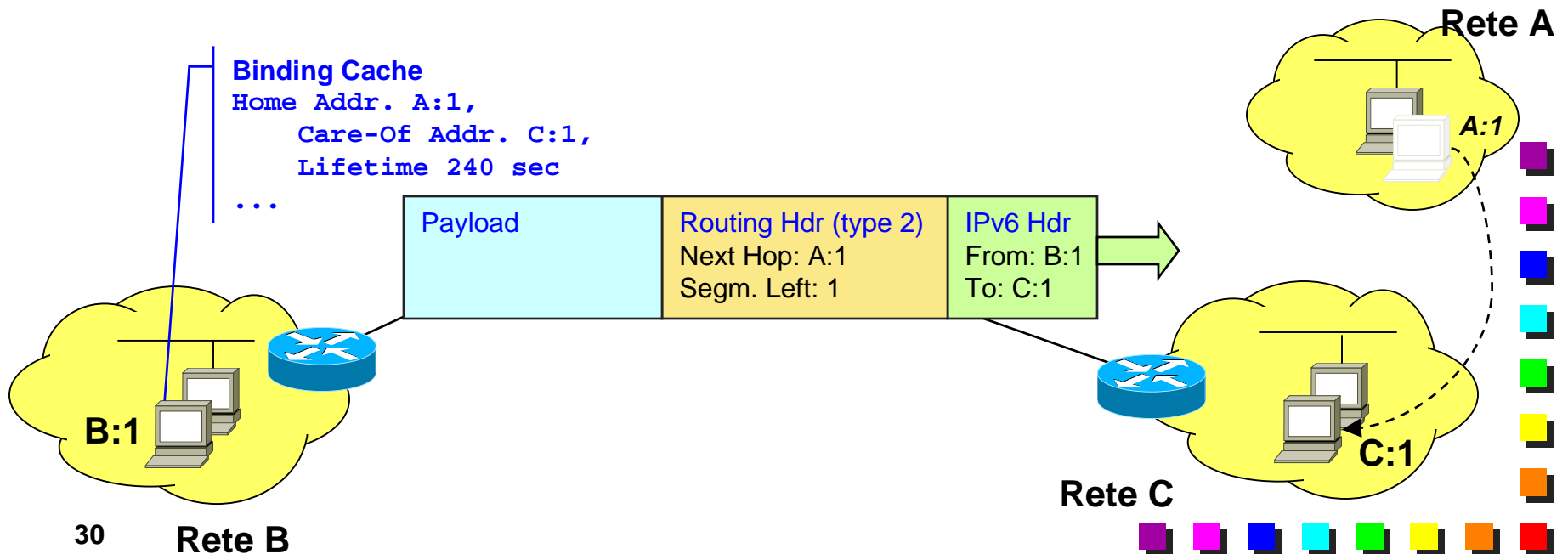
- Nel caso di mancata presenza del binding nella Binding Cache del Correspondent Node oppure nodo non Mobile IPv6-aware



# Invio pacchetti da parte del Correspondent Node (2)


## Route Optimization

- Viene definito un nuovo Routing Header (Type = 2)
  - Concettualmente simile al Type= 0, ma processamento semplificato
- Processamento locale al nodo mobile
- Necessario per garantire la visibilità del solo indirizzo permanente in riferimento ai protocolli di livello 4





## Registrazione dell'indirizzo temporaneo presso il Correspondent Node

- **Necessario per poter attivare la route optimization**
    - Attivata automaticamente alla ricezione di un pacchetto inoltrato dall'Home Agent tramite tunnelling
  - **Invio di messaggio Binding Update**
  - **Se il Correspondent Node accetta il messaggio**
    - Aggiorna la sua Binding Cache
    - Genera un messaggio di Binding Acknowledgement
    - Il Mobile Host aggiorna la sua Binding Update List
  - **Se il Correspondent Node non accetta il messaggio (ad esempio in caso non abbia capacità Mobile IPv6)**
    - Viene generato un messaggio ICMPv6 Parameter Problem
    - Il Mobile Host aggiorna la sua Binding Update List
      - È necessario ricordare di non inviare un altro messaggio di Binding Update a quell'host, almeno per un certo periodo di tempo
- 






# Aggiornamento e cancellazione del Care-Of Address

## ■ Aggiornamento

- Procedura identica alla registrazione
- Messaggio Binding Update, quindi Binding Acknowledgement

## ■ Cancellazione

- Quando il nodo mobile ritorna alla rete “home”
  - Messaggio Binding Update con le seguenti caratteristiche:
    - Bit A (Acknowledge): settato
    - Bit H (Home Registration): settato
    - Lifetime: impostato a zero
    - Care-Of Address: impostato al valore dell’Home Address
  - Non è possibile utilizzare l’indirizzo permanente sulla rete “home” fino a quando la cancellazione avrà effetto
    - L’Home Agent continua a “difendere” l’Home Address
- 







## Richiesta di aggiornamento del Binding da parte del Correspondent Node

### ■ Messaggio Binding Refresh Request

- Inviato dal Correspondent Node per richiedere un rinnovo dell'indirizzo al nodo mobile
- Utilizzato nel caso in cui l'host remoto stia utilizzato una entry della sua Binding Cache che è in scadenza





## Mobile IP vs. Mobile IPv6 (1)

- There is no need to deploy special routers as "foreign agents", as Mobile IPv4. Mobile IPv6 operates in any location without any support required from the local router.
- Support for route optimization is a fundamental part of the protocol, rather than a nonstandard set of extensions.
- Mobile IPv6 route optimization can operate securely even without pre-arranged security associations. It is expected that route optimization can be deployed on a global scale between all mobile nodes and correspondent nodes.
- Support is also integrated into Mobile IPv6 for allowing route optimization to coexist efficiently with routers that perform "ingress filtering" [26].
- The IPv6 Neighbor Unreachability Detection assures symmetric reachability between the mobile node and its default router in the current location.





## Mobile IP vs. Mobile IPv6 (2)

- Most packets sent to a mobile node while away from home in Mobile IPv6 are sent using an IPv6 routing header rather than IP encapsulation, reducing the amount of resulting overhead compared to Mobile IPv4.
- Mobile IPv6 is decoupled from any particular link layer, as it uses IPv6 Neighbor Discovery [12] instead of ARP. This also improves the robustness of the protocol.
- The use of IPv6 encapsulation (and the routing header) removes the need in Mobile IPv6 to manage "tunnel soft state".
- The dynamic home agent address discovery mechanism in Mobile IPv6 returns a single reply to the mobile node. The directed broadcast approach used in IPv4 returns separate replies from each home agent.





# Protocolli di Routing

## ■ All'interno di un Routing Domain

- RIPng
- OSPFv3



# La rete 6bone

