

Lo strato di Rete

Assegnazione blocchi di indirizzi

DHCP

Forwarding

Assegnazione di blocchi di indirizzi

- Gli indirizzi IP sono gestiti da ICANN
- Assegnati agli ISP in blocchi
- Gli ISP assegnano ai clienti sottoblocchi di indirizzi
 - Divisione in blocchi di indirizzi contigui
 - Come?

Assegnazione di blocchi di indirizzi

- ISP che deve suddividere un blocco in 8 blocchi di indirizzi (un blocco di 512 indirizzi per ciascuna organizzazione)

Blocco dell'ISP	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/20
Organizzazione 0	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010000</u>	00000000	200.23.16.0/23
Organizzazione 1	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010010</u>	00000000	200.23.18.0/23
Organizzazione 2	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00010100</u>	00000000	200.23.20.0/23
...
Organizzazione 7	<u>11001000</u>	<u>00010111</u>	<u>00011110</u>	00000000	200.23.30.0/23

- Il numero di indirizzi N in ogni subnetwork deve essere una potenza di 2
- La lunghezza del prefisso di ogni sottorete (n) va calcolata con la formula
 - $n = 32 - \log_2 N$ dove N è il numero di indirizzi della sottorete
 - Nel nostro caso: 23 -> sottoblocco identificato con 3 bit aggiuntivi
- Si assegnano blocchi di indirizzi **contigui** (nell'esempio 000, 001, 010..)
- NB se i blocchi sono di dimensioni diverse si parte dai blocchi più grandi

Esempio

Un ISP richiede un blocco di 190 indirizzi.

Ottiene $14.24.74.0/24$ (256 indirizzi).

L'ISP vuole ora partizionare il blocco ottenuto in tre sottoblocchi da 120, 60 e 10 indirizzi, rispettivamente. Come può disegnare tali sottoblocchi?

Esempio

- Partiamo dal sottoblocco più grande (120 indirizzi)
 - Potenza del 2 maggiore di 120 è $2^7=128$
 - Quindi $32-7=25$ bit per la rete
 - Il blocco è 14.24.74.0/25

00001110.00011000.01001010.00000000

 - Primo indirizzo 14.24.74.0
 - Ultimo indirizzo 14.24.74.127
- Secondo sottoblocco (60 indirizzi)
 - $2^6=64$
 - Quindi $32-6=26$ bit per la rete
 - 14.24.74.128/26

00001110.00011000.01001010.10000000

 - Primo indirizzo 14.24.74.128
 - Ultimo indirizzo 14.24.74.191

Esempio

- Terzo sottoblocco (10 indirizzi)
 - $2^4=16$
 - Quindi $32-4=28$ bit per la rete
 - Il blocco è 14.24.74.192/28

00001110.00011000.01001010.11000000

- Primo indirizzo 14.24.74.192
- Ultimo indirizzo 14.24.74.207

00001110.00011000.01001010.11001111

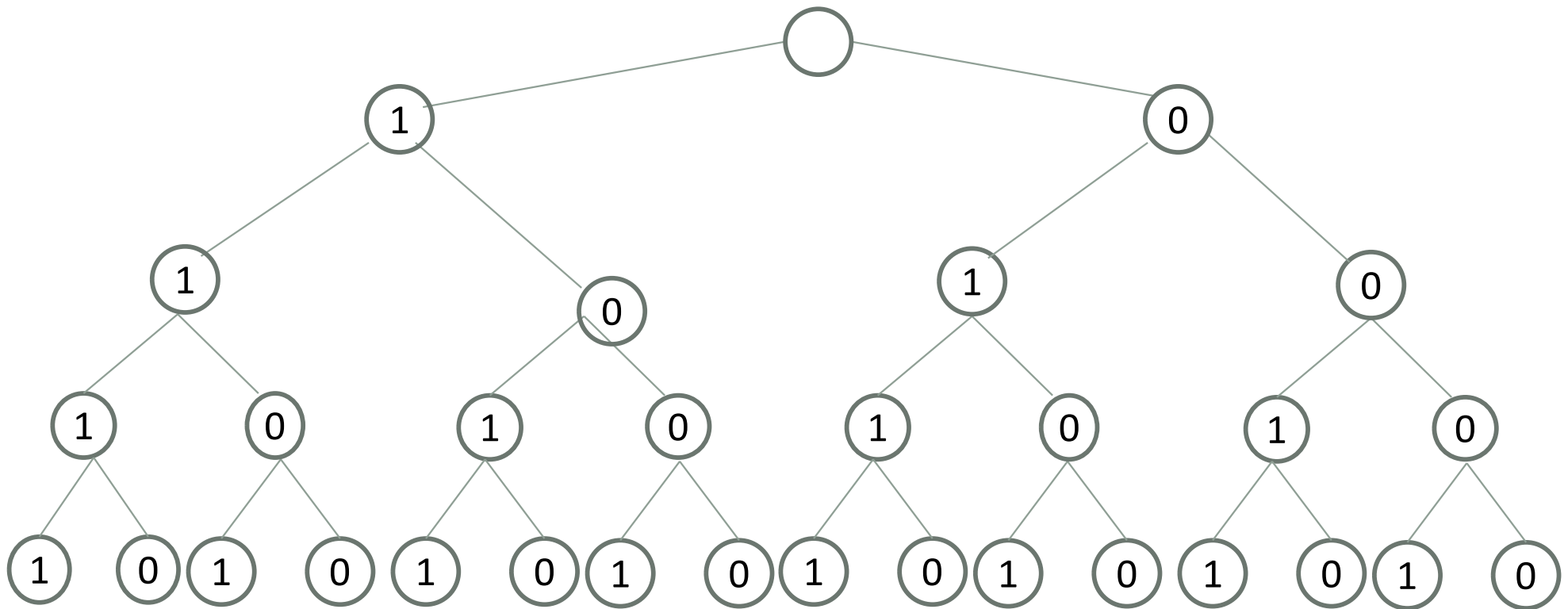
A questo punto posso allocare un blocco di 60 indirizzi?

A questo punto posso allocare un blocco di 4 indirizzi?

Ancora su blocchi di indirizzi 1/2

150.217.10.0/28 16 indirizzi – 14 host

10010110.11011001.00001010.0000



Ancora su blocchi di indirizzi 2/2

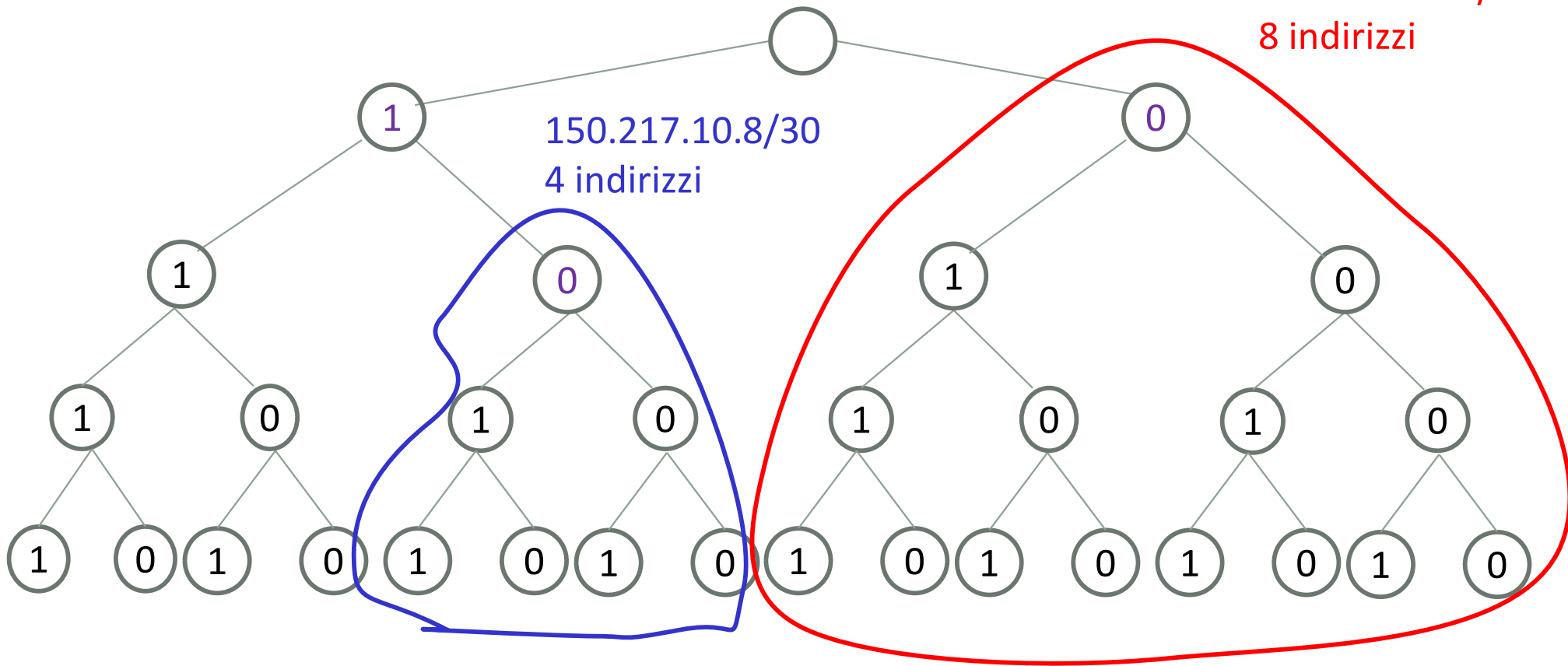
150.217.10.0/28 16 indirizzi

Suddivido in un blocco da 8 indirizzi e un blocco da 4 indirizzi

10010110.11011001.00001010.0000

150.217.10.0/29
8 indirizzi

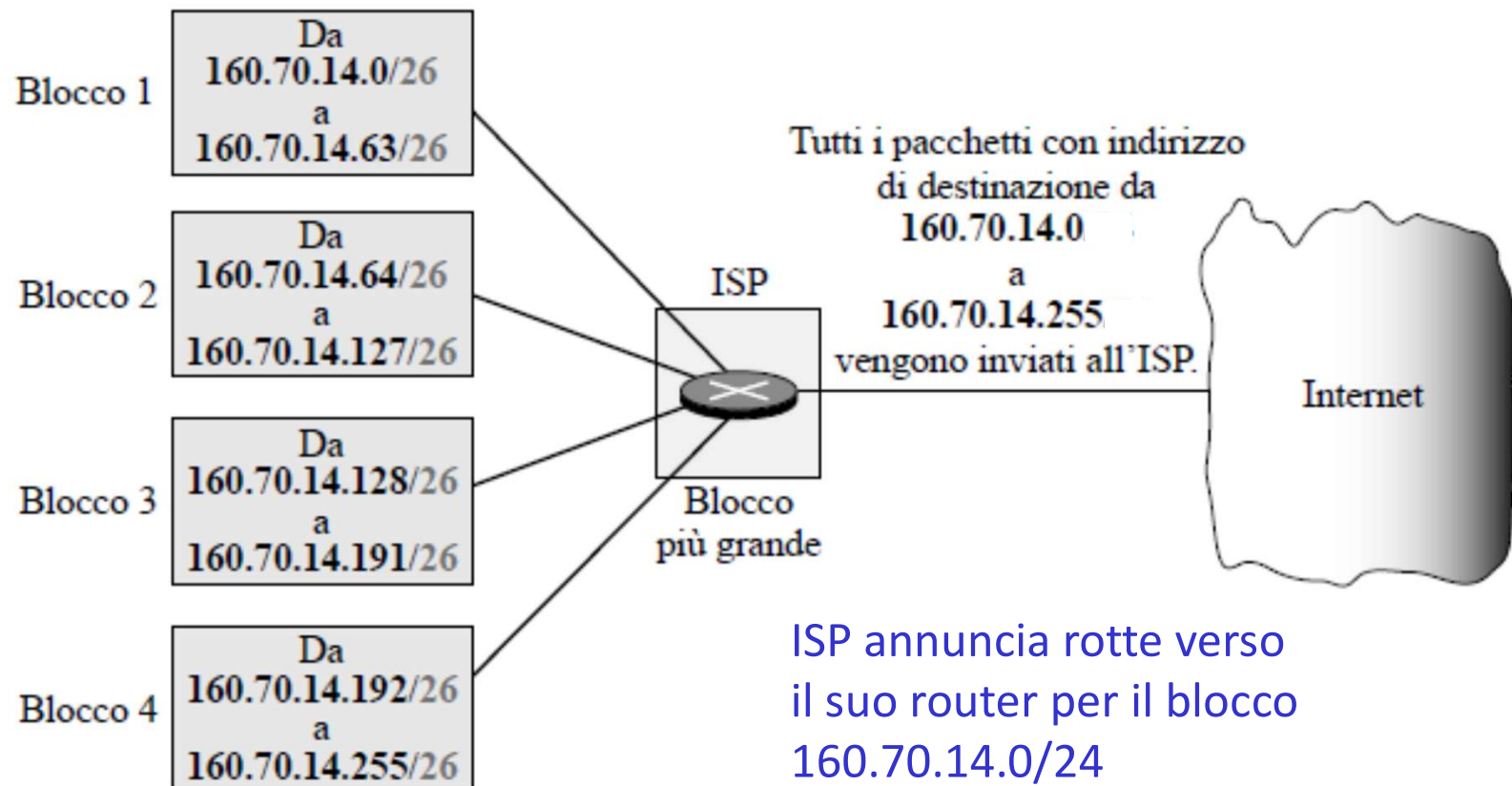
150.217.10.8/30
4 indirizzi



Aggregazione di indirizzi: esempio

Il CIDR permette anche di aggregare i blocchi di indirizzi per rendere più efficiente l'instradamento

Esempio: Un ISP ha assegnato a 4 organizzazioni piccoli blocchi di indirizzi. L'ISP aggrega i 4 blocchi in 1 singolo blocco e «annuncia» al resto della rete solo il blocco aggregato.



Indirizzi speciali

- **This-host 0.0.0.0** - Usato quando un host ha necessità di inviare un datagramma ma non conosce il proprio indirizzo IP (indirizzo sorgente)
- **Limited-broadcast 255.255.255.255** - Usato quando un router o un host devono inviare un datagramma a tutti i dispositivi che si trovano all'interno della rete. I router bloccano la propagazione alla sola rete locale.
- **Loopback 127.0.0.1** - il datagramma con questo indirizzo di destinazione non lascia l'host locale (localhost). Per test e debug.
- **Indirizzi privati** – Quattro blocchi riservati per indirizzi privati (riservati per reti locali): **10.0.0.0/8**, **172.16.0.0/12**, **192.168.0.0/16**, **169.254.0.0/16**
- **Indirizzi multicast** - Blocco **224.0.0.0/4**

Assegnazione di un indirizzo IP

- Un indirizzo IP può essere attribuito all'interfaccia di un host secondo due distinte modalità:
 - **Configurazione manuale**: l'amministratore configura direttamente nell'host **l'indirizzo IP** ed inserisce ulteriori informazioni di servizio (**indirizzo gateway/router, netmask e indirizzo IP di almeno un server DNS**)
 - **DHCP** (RFC 2131): l'host ottiene il proprio indirizzo e le altre informazioni in modo automatico

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Obiettivo: un host quando si “aggiunge” ad una rete rete ottiene dinamicamente un indirizzo IP da un programma server in rete

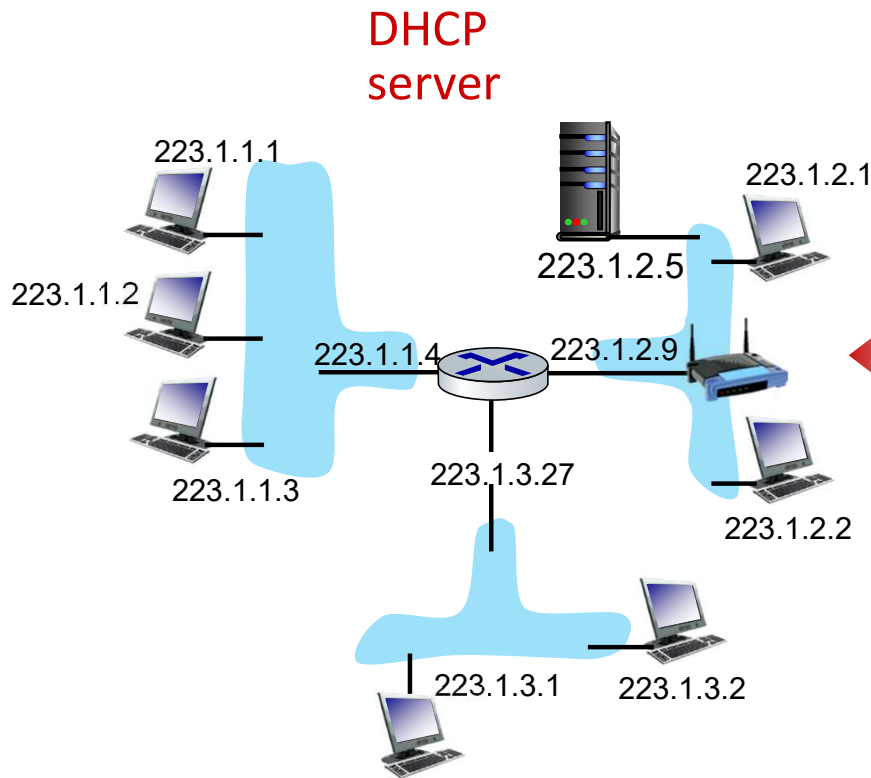
- Può rinnovare il suo indirizzo in uso
- Permette il riuso di un indirizzo precedentemente assegnato
- Supporto per utenti in mobilità che si uniscono/lasciano la rete

DHCP è un protocollo client-server:

- L'host invia in broadcast un messaggio **DHCP discover** [opzionale]
- Il server DHCP risponde con un messaggio **DHCP offer** [opzionale]
- L'host richiede un indirizzo IP: messaggio **DHCP request**
- Il server DHCP invia un messaggio **DHCP ack** (se la richiesta va a buon fine)

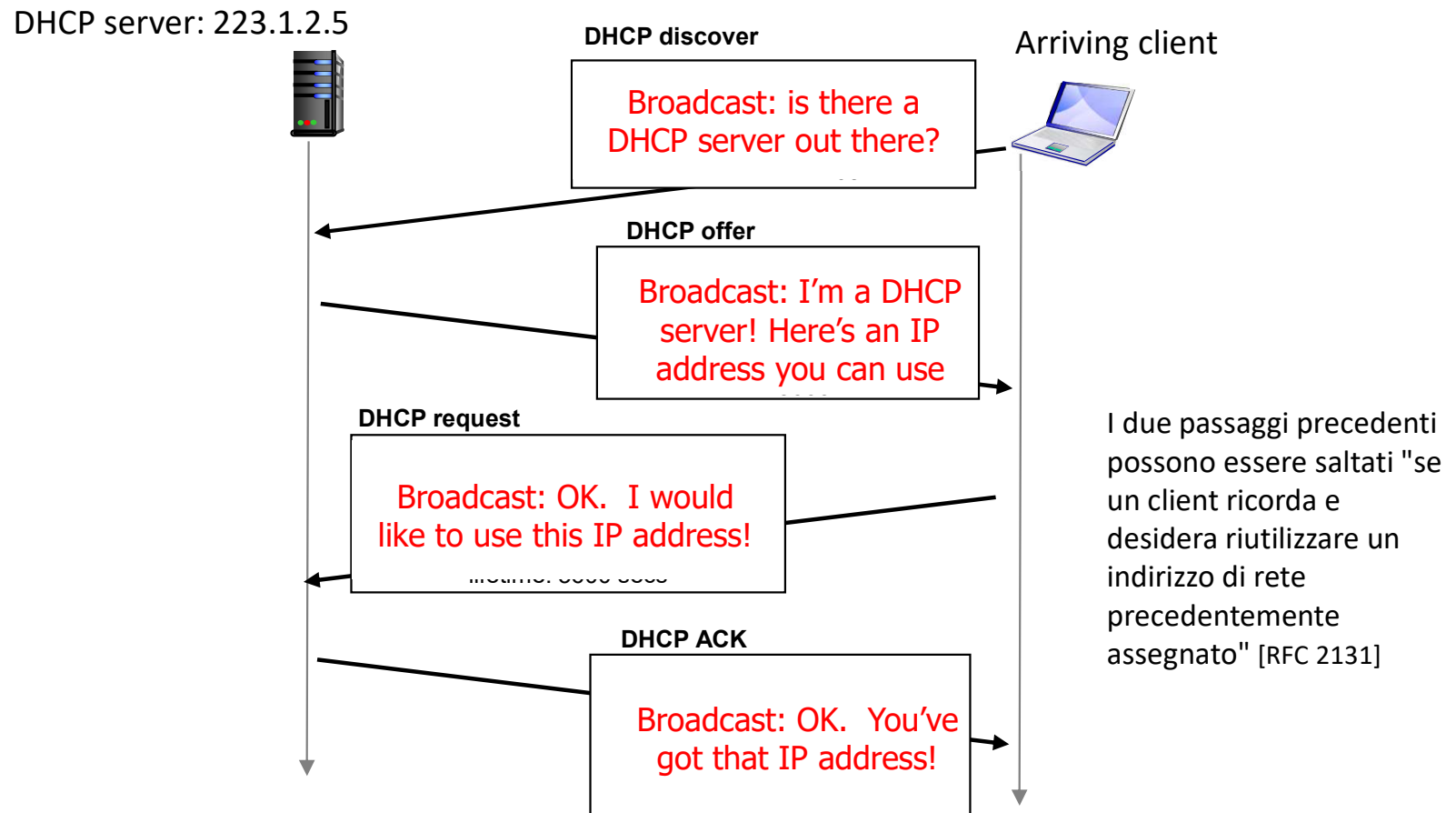
DHCP client-server scenario

Il server DHCP può essere ospitato sul router, servendo tutte le sottoreti a cui è collegato il router



un **DHCP client** richiede un indirizzo in questa rete

DHCP client-server scenario



DHCP

Interazione client-server

Quale protocollo di trasporto usa?

UDP

Server DHCP:
223.1.2.5



Client in arrivo



Scoperta DHCP

src: 0.0.0.0, 68
dest: 255.255.255.255, 67
DHCPDISCOVER
yiaddr: 0.0.0.0
transaction ID: 654

Offerta DHCP

src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255, 68
DHCPOFFER
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 654
DHCP server ID: 223.1.2.5
Lifetime: 3600 secs

Richiesta DHCP

src: 0.0.0.0, 68
dest: 255.255.255.255, 67
DHCPREQUEST
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 655
DHCP server ID: 223.1.2.5
Lifetime: 3600 secs

ACK DHCP

src: 223.1.2.5, 67
dest: 255.255.255.255, 68
DHCPACK
yiaddr: 223.1.2.4
transaction ID: 655
DHCP server ID: 223.1.2.5
Lifetime: 3600 secs

Lease time

Tempo

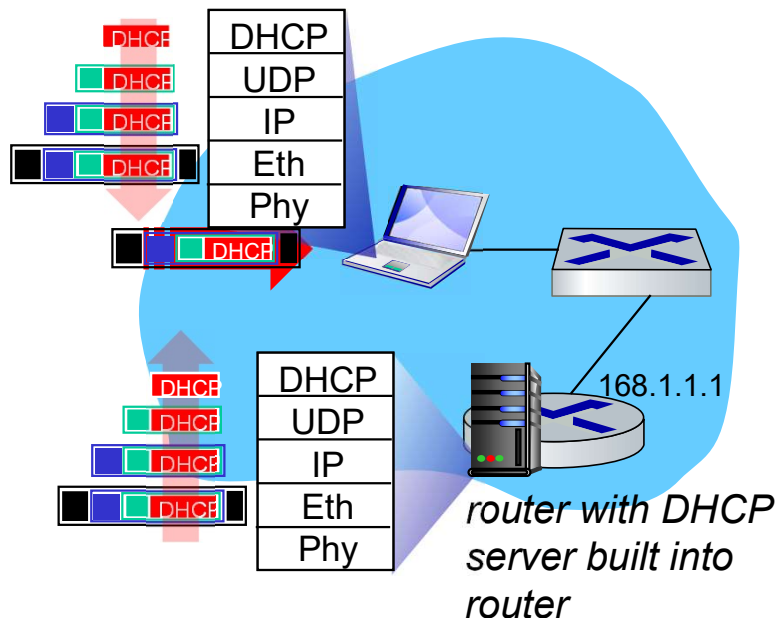
Tempo

DHCP: more than IP addresses

DHCP può restituire ulteriori informazioni:

- indirizzo del gateway/router
- Netmask
- Nome e indirizzo IP di almeno un server DNS

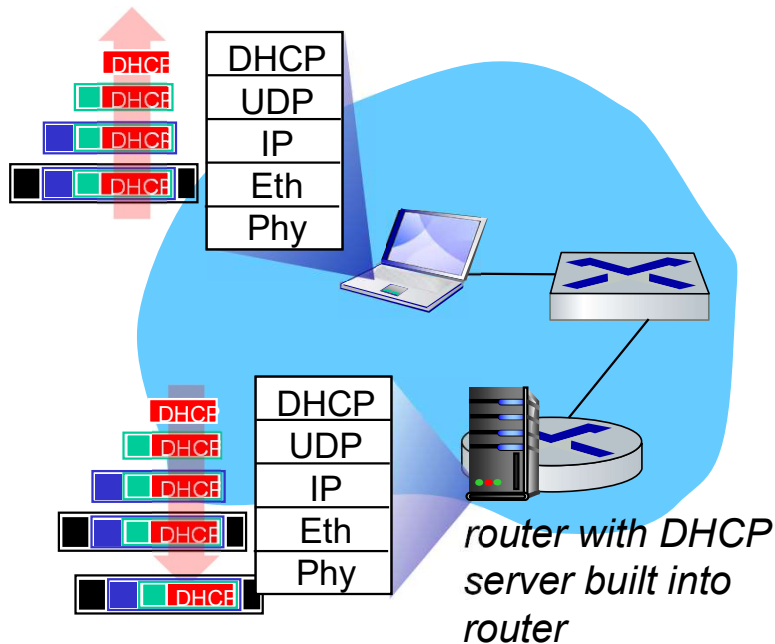
DHCP: esempio



- Il laptop userà il DHCP per ottenere un indirizzo IP, l'indirizzo del router, un indirizzo di un server DNS.
- Messaggio DHCP REQUEST incapsulato in UDP, incapsulato in IP, incapsulato in Ethernet*
- Ethernet frame inviato in broadcast (dest: FFFFFFFF) sulla LAN, ricevuto dal router con DHCP server
- Ethernet demux'ed to IP demux'ed, UDP demux'ed to DHCP

* Per semplicità consideriamo solo i due messaggi DHCP request e DHCP ACK

DHCP: esempio



- Il server DHCP prepara un DHCP ACK contenente l'indirizzo IP del client, l'indirizzo IP del router, nome e IP indirizzo di un server DNS
- La risposta del server DHCP, incapsulata, è inoltrata al client, dove si ha il demultiplexing fino al DHCP
- Il client ora conosce il suo indirizzo IP, nome e indirizzo del server DNS, indirizzo IP del router

IP Forwarding -1

Ogni datagramma IP è soggetto a “forwarding” da parte dell'host di origine e del router che sta attraversando.

- Inoltro di un pacchetto verso l'uscita (usa i servizi del livello collegamento)
- Inoltro diretto o indiretto

Inoltro diretto:

- il pacchetto IP ha come destinazione un host nella propria rete (o subnet) IP
 - l'invio è diretto sul destinatario
 - l'indirizzo di destinazione a livello link è quello del destinatario (MAC address)
 - non viene interpellata nessun'altra entità

IP Forwarding - 2

Inoltro indiretto:

- il pacchetto IP ha come destinazione un host di un'altra rete (o subnet) IP
- Viene delegato l'invio ad “un altro”
- “l'altro” si chiama router
- l'indirizzo di destinazione a livello link è quello del router

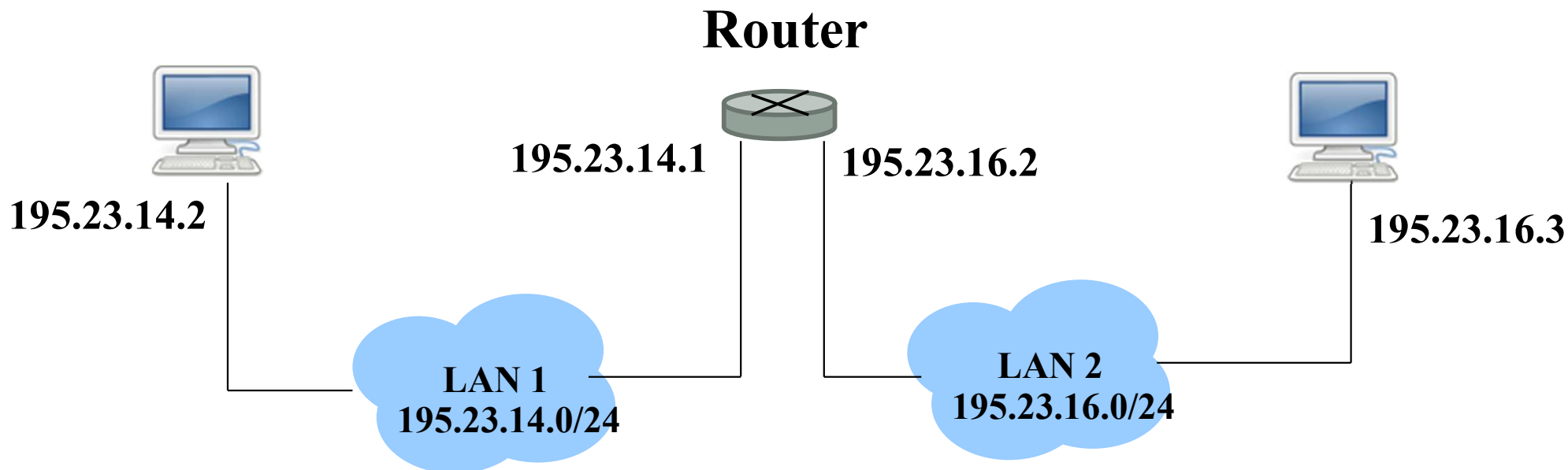
Note sul Forwarding (I)

Si osserva come, in entrambi i casi, condizioni necessarie perché tutto funzioni sono che:

- esista un cammino (funzionante e) diretto, a livello data-link, tra tutti gli host che appartengono ad una stessa sottorete;
- ogni host coinvolto abbia un indirizzo IP “giusto”, cioè con uguale net ID (cioè appartenga alla stessa sottorete) e con host ID univoco nella sottorete.

Le due condizioni insieme diventano condizione necessaria e sufficiente perché la comunicazione “funzioni”.

Esempio di rete IP



- ➔ Ad ogni interfaccia verso la rete IP viene assegnato un indirizzo IP distinto.
- ➔ Il router è un apparato che svolge funzioni di **inoltro** e instradamento a livello IP. Esso legge gli indirizzi IP, consulta la propria tabella di forwarding e decide dove mandare il pacchetto IP.

Inoltro diretto negli host

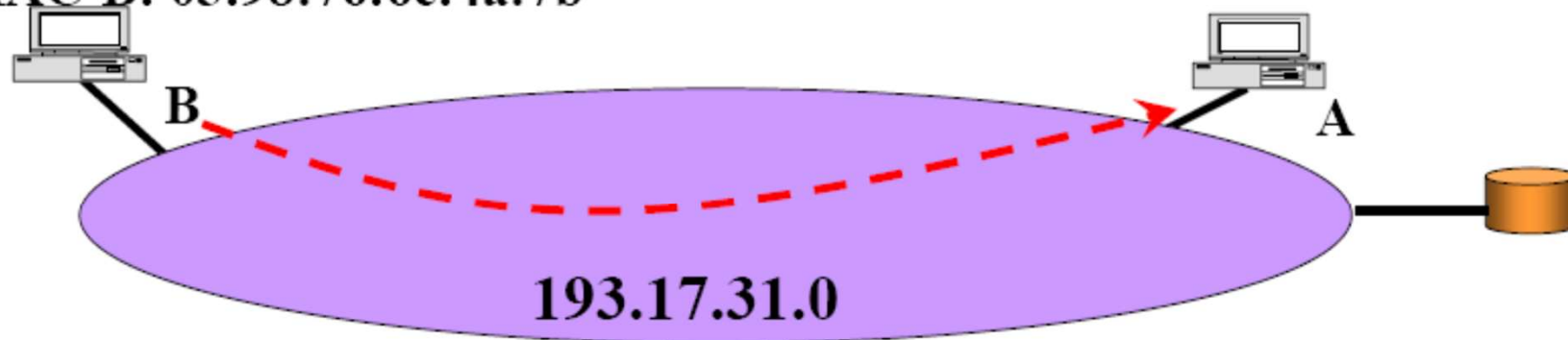
- Rete locale coincidente con rete / sottorete IP

IP-B: 193.17.31.55/24

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b

IP-A: 193.17.31.45

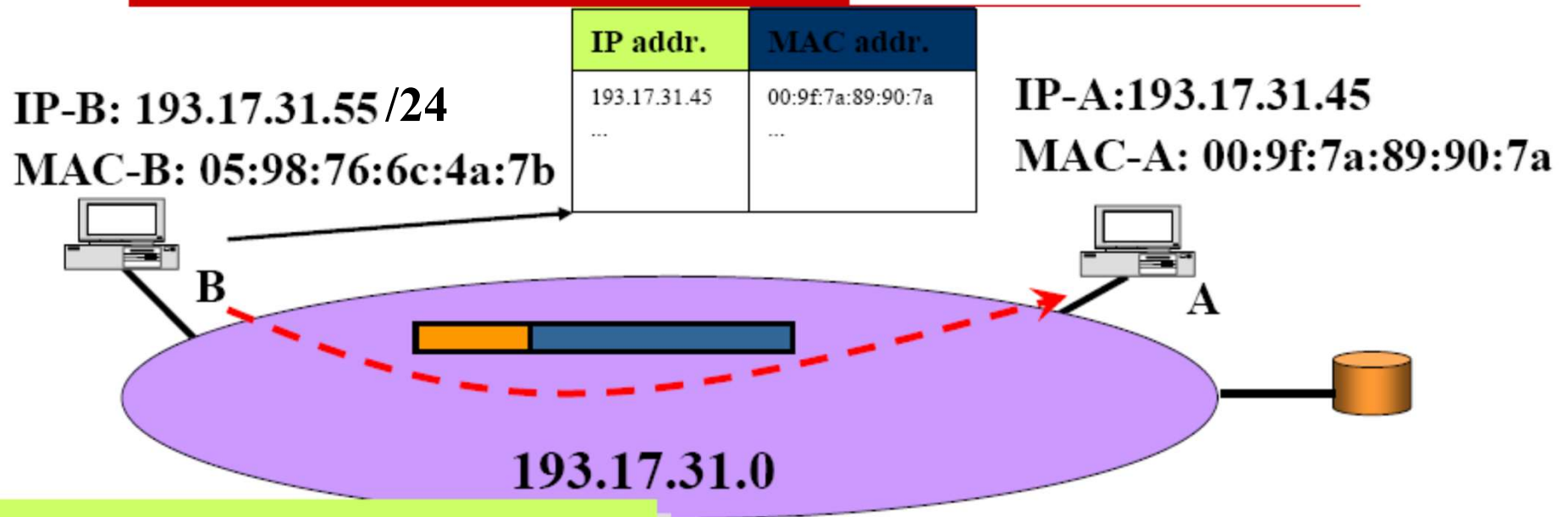
MAC-A: 00:9f:7a:89:90:7a



1. L'entità IP di B deve spedire un pacchetto all'indirizzo IP-A

2. B conosce l'indirizzo IP-B della propria interfaccia e dal confronto con IP-A capisce che A si trova nella stessa rete

Inoltro diretto negli host



3. B consulta una tabella di corrispondenza tra indirizzi IP e indirizzi della rete (indirizzi MAC nel caso di rete locale) per reperire l'indirizzo MAC-A

4. L'entità IP di B passa il pacchetto al livello inferiore che crea un pacchetto con destinazione MAC-A

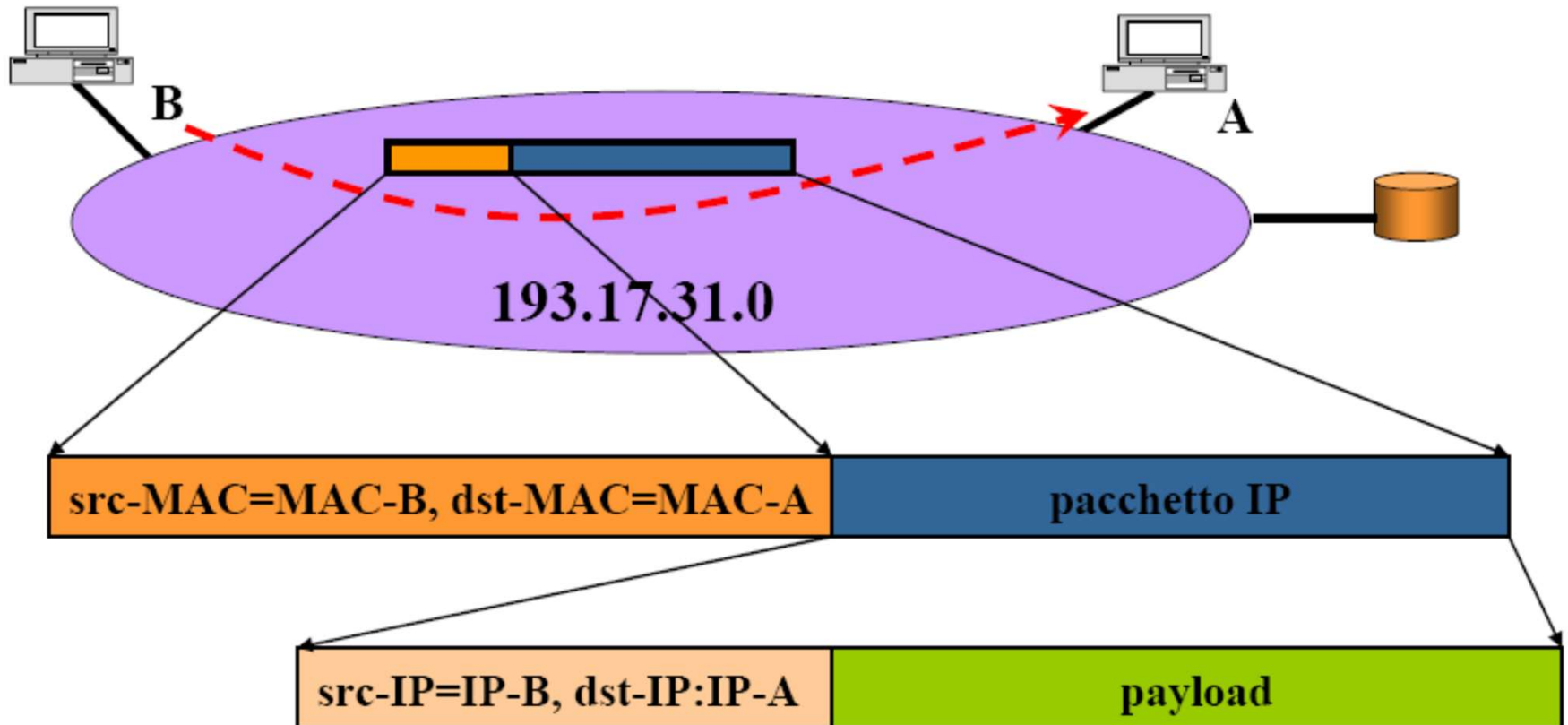
Inoltro diretto negli host

IP-B: 193.17.31.55/24

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b

IP-A: 193.17.31.45

MAC-A: 00:9f:7a:89:90:7a



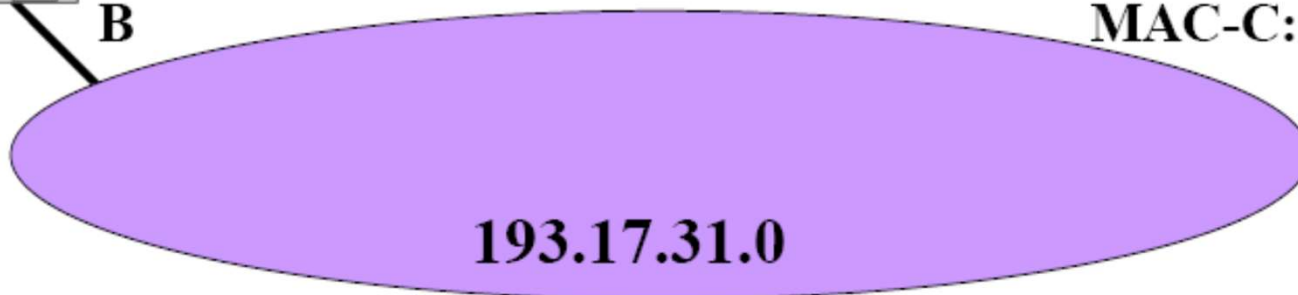
Inoltro indiretto negli host

IP-B: 193.17.31.55/24

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b

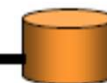


B



IP-C: 193.17.31.254

MAC-C: 99:8b:6f:ac:58:7f



C

1. L'entità IP di B deve spedire un pacchetto all'indirizzo *IP-D=131.17.23.4*

2. B conosce l'indirizzo IP-B della propria interfaccia e dal confronto con IP-D capisce che D NON si trova nella stessa rete

Inoltro indiretto negli host

IP-B: 193.17.31.55/24

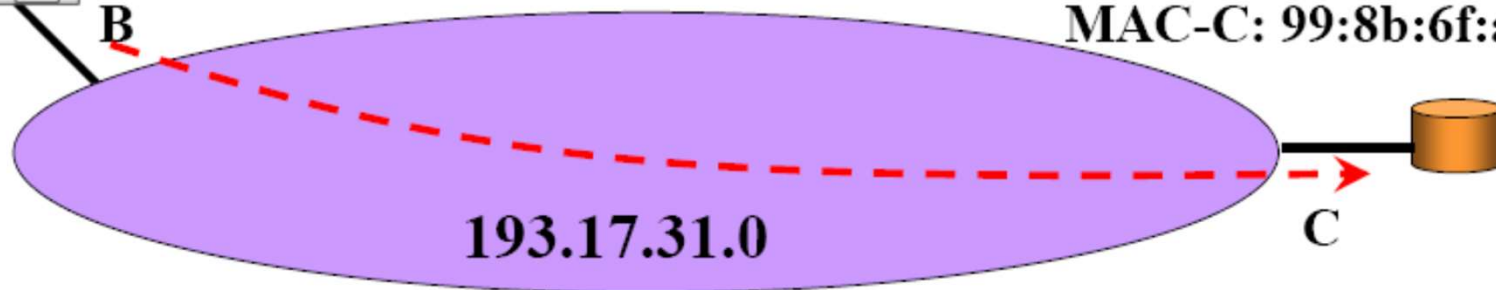
MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b



B

IP-C: 193.17.31.254

MAC-C: 99:8b:6f:ac:58:7f



3. B deve dunque inoltrare il pacchetto ad un router (di solito è configurato un solo default router)

4. B recupera l'indirizzo MAC del router nella tabella di corrispondenza e passa il pacchetto al livello inferiore

Inoltro indiretto negli host

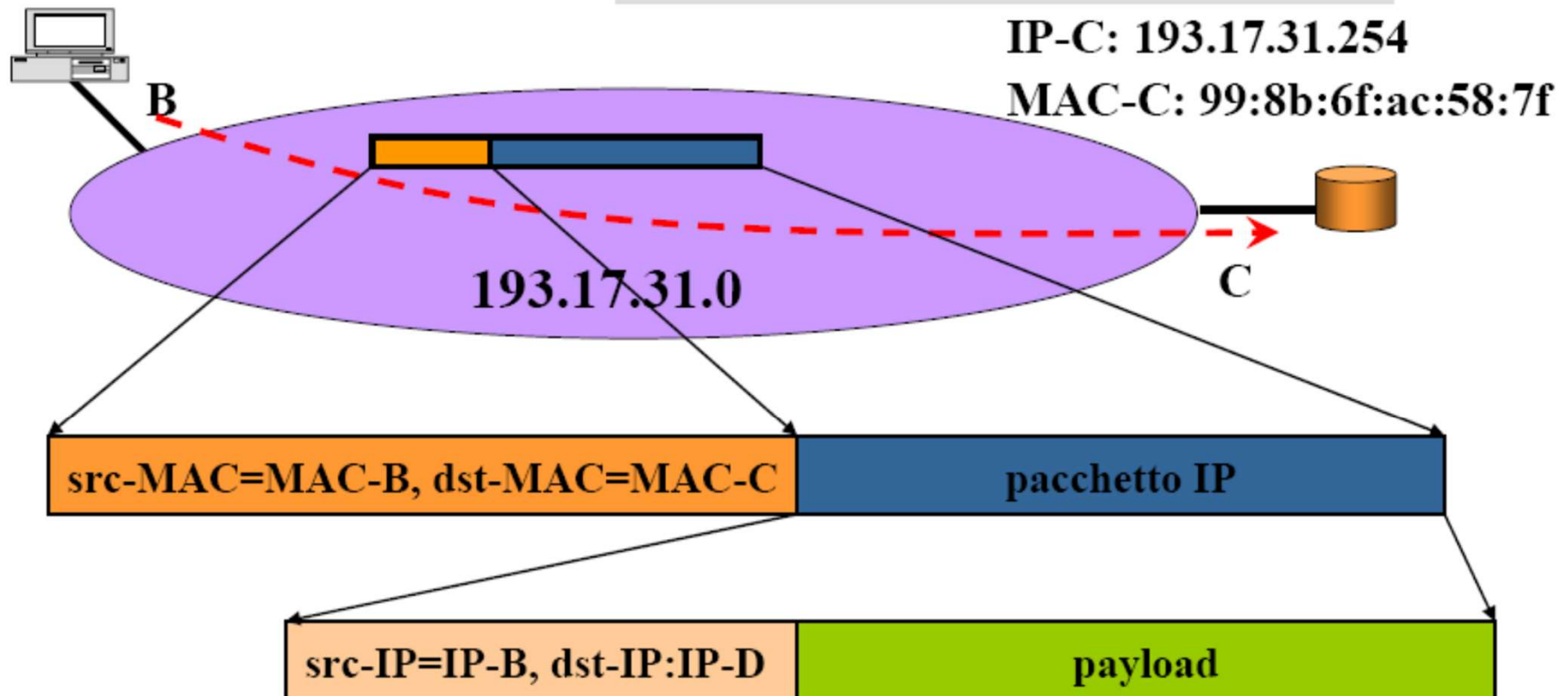
5. il pacchetto viene costruito e spedito sull'interfaccia

IP-B: 193.17.31.55/24

MAC-B: 05:98:76:6c:4a:7b

IP-C: 193.17.31.254

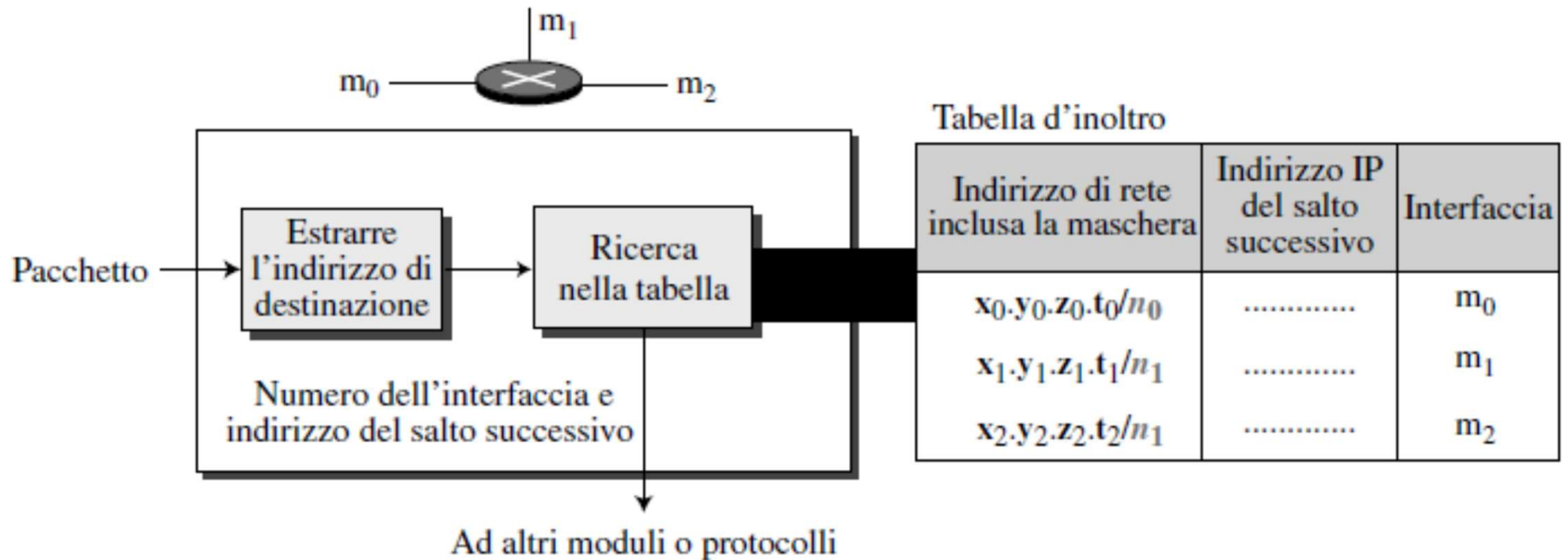
MAC-C: 99:8b:6f:ac:58:7f



Forwarding diretto/indiretto

- Domanda:
 - È necessario che l'host mittente o il router conoscano la subnet mask dell'host destinazione oltre al suo IP per decidere a chi inoltrare il pacchetto (forwarding diretto o indiretto?)
- Per rispondere...
 - questa informazione è inclusa nell'header IP?

Inoltro - router

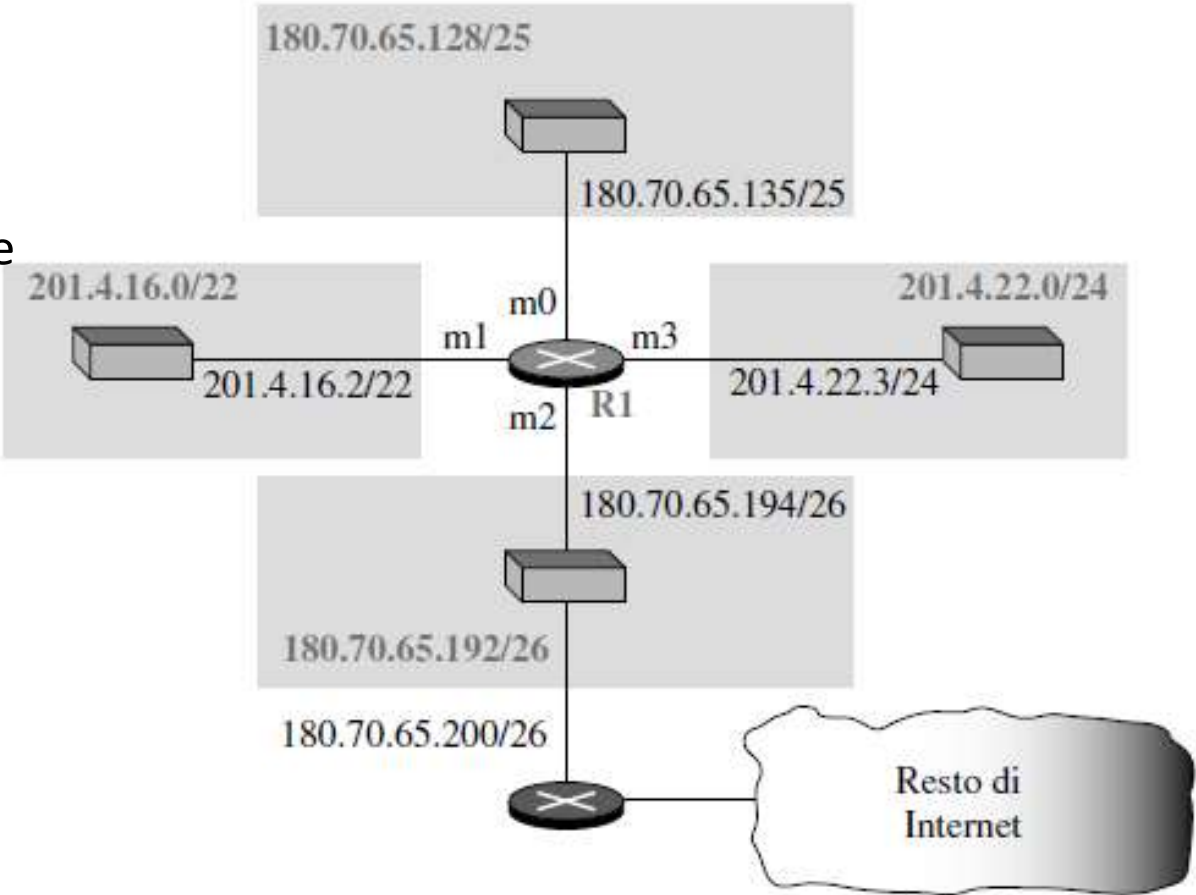


Esempio

R1 riceve datagram con IP destinazione **180.70.65.140**:

10110100.01000110.01000001.10 001100

- 1. Applica la prima maschera a 180.70.65.140 ottenendo 180.70.65.128, che non combacia con l'indirizzo di rete corrispondente
- 2. Applica la seconda, ottiene 180.70.65.128 che combacia con l'indirizzo di rete in tabella. Inoltre il datagram su interfaccia m0, l'inoltro è diretto.



Indirizzo di rete/maschera	Salto successivo	Interfaccia
180.70.65.192/26	—	m2
180.70.65.128/25	—	m0
201.4.22.0/24	—	m3
201.4.16.0/22	—	m1
Default	180.70.65.200	m2

Aggregazione degli indirizzi

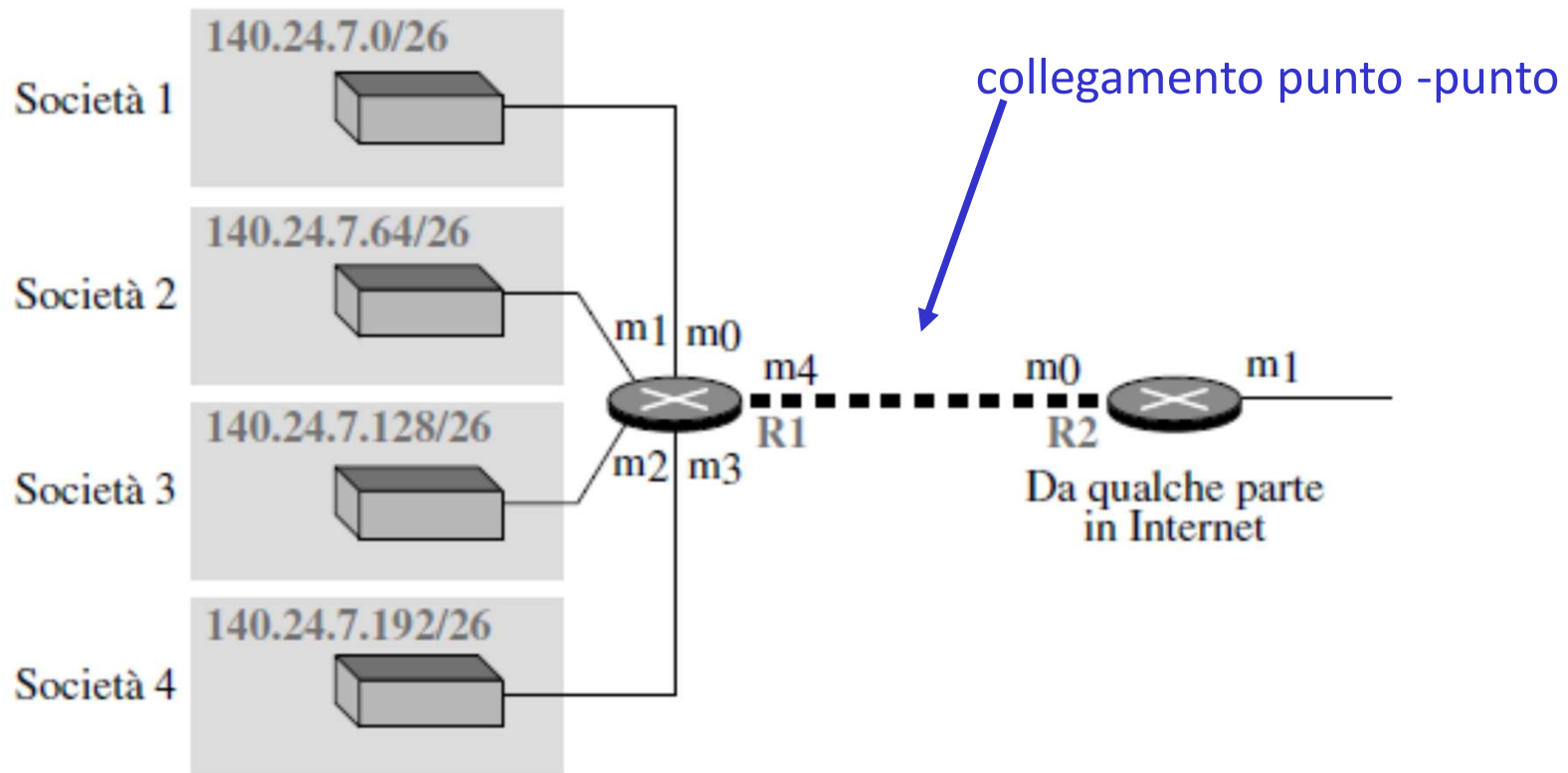


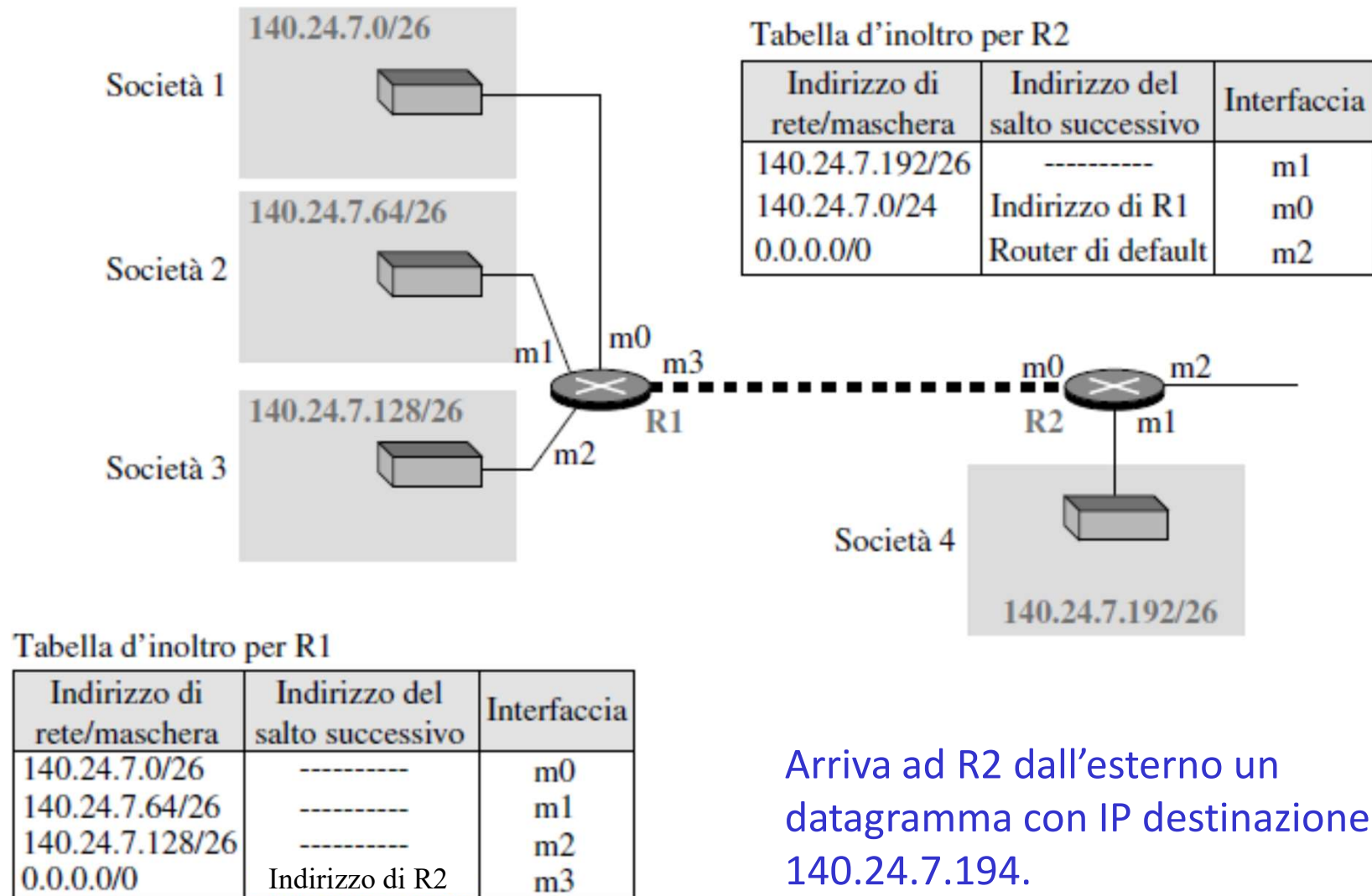
Tabella d'inoltro per R1

Indirizzo di rete/maschera	Indirizzo del salto successivo	Interfaccia
140.24.7.0/26	-----	m0
140.24.7.64/26	-----	m1
140.24.7.128/26	-----	m2
140.24.7.192/26	-----	m3
0.0.0.0/0	Indirizzo di R2	m4

Tabella d'inoltro per R2

Indirizzo di rete/maschera	Indirizzo del salto successivo	Interfaccia
140.24.7.0/24	Indirizzo di R1	m0
0.0.0.0/0	Router di default	m1

Longer mask matching



Arriva ad R2 dall'esterno un datagramma con IP destinazione 140.24.7.194.

Cosa fa R2?

Longer mask matching

Routing "gerarchico"

ISP regionale a cui sono stati assegnati 16.384 indirizzi a partire da 120.14.64.0.

ISP regionale ha deciso di dividere questo blocco in 4 sottoblocchi, ciascuno con 4096 indirizzi. Il resto di Internet non è consapevole di tale divisione.

