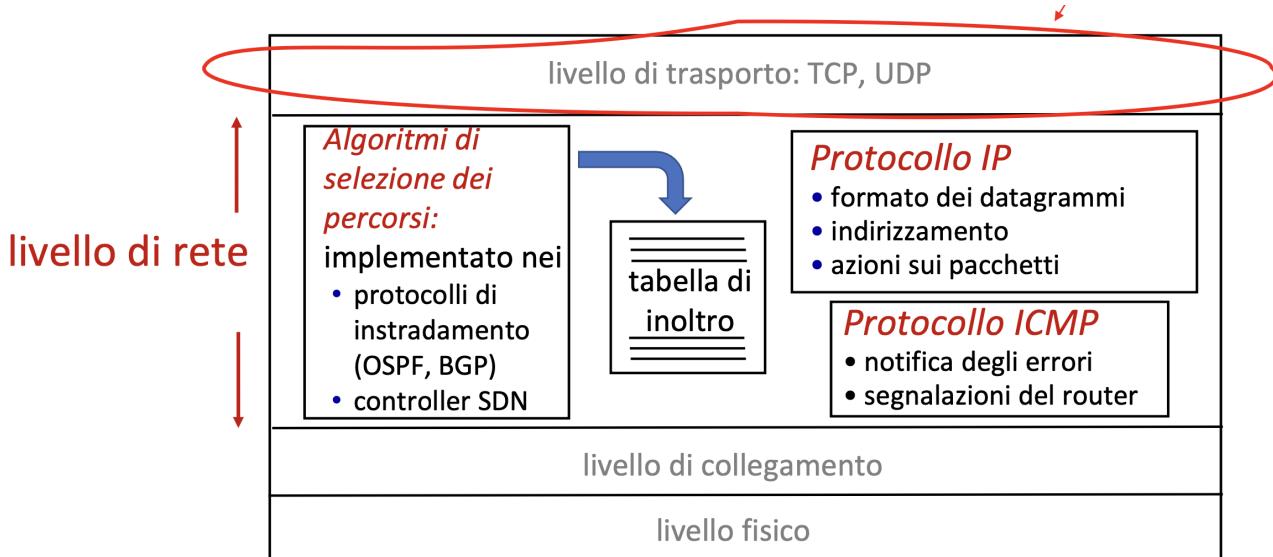


Lezione 15 - Livello di Rete

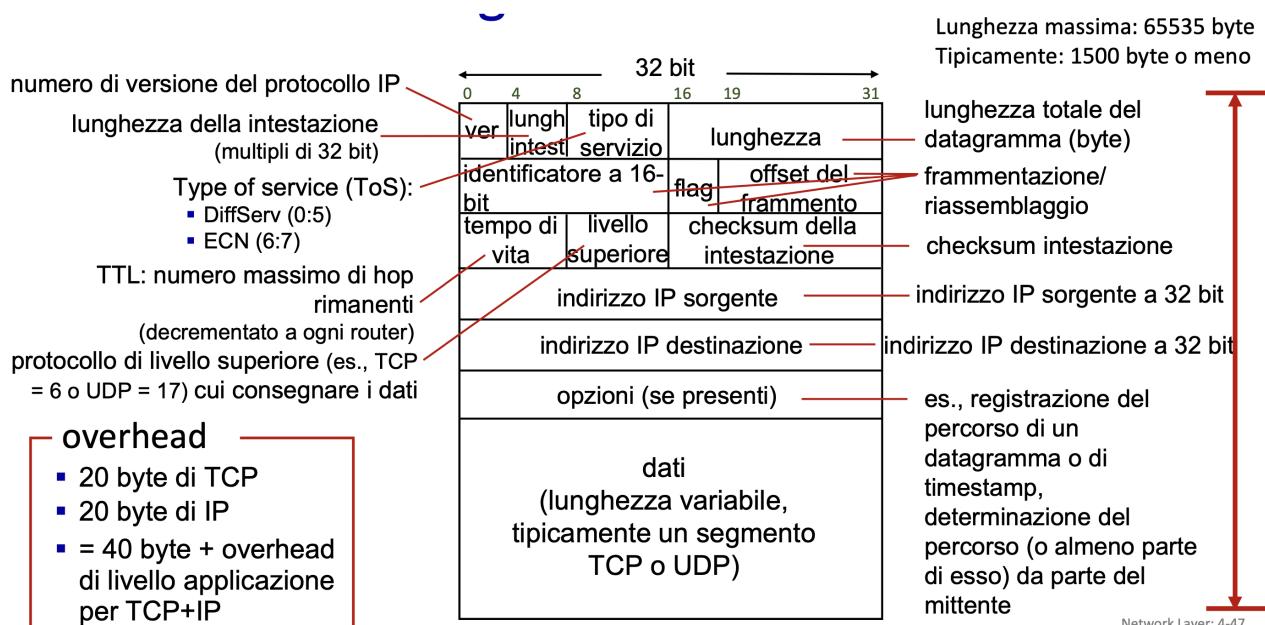
Livello di rete : Internet

Uno sguardo a livello di rete internet



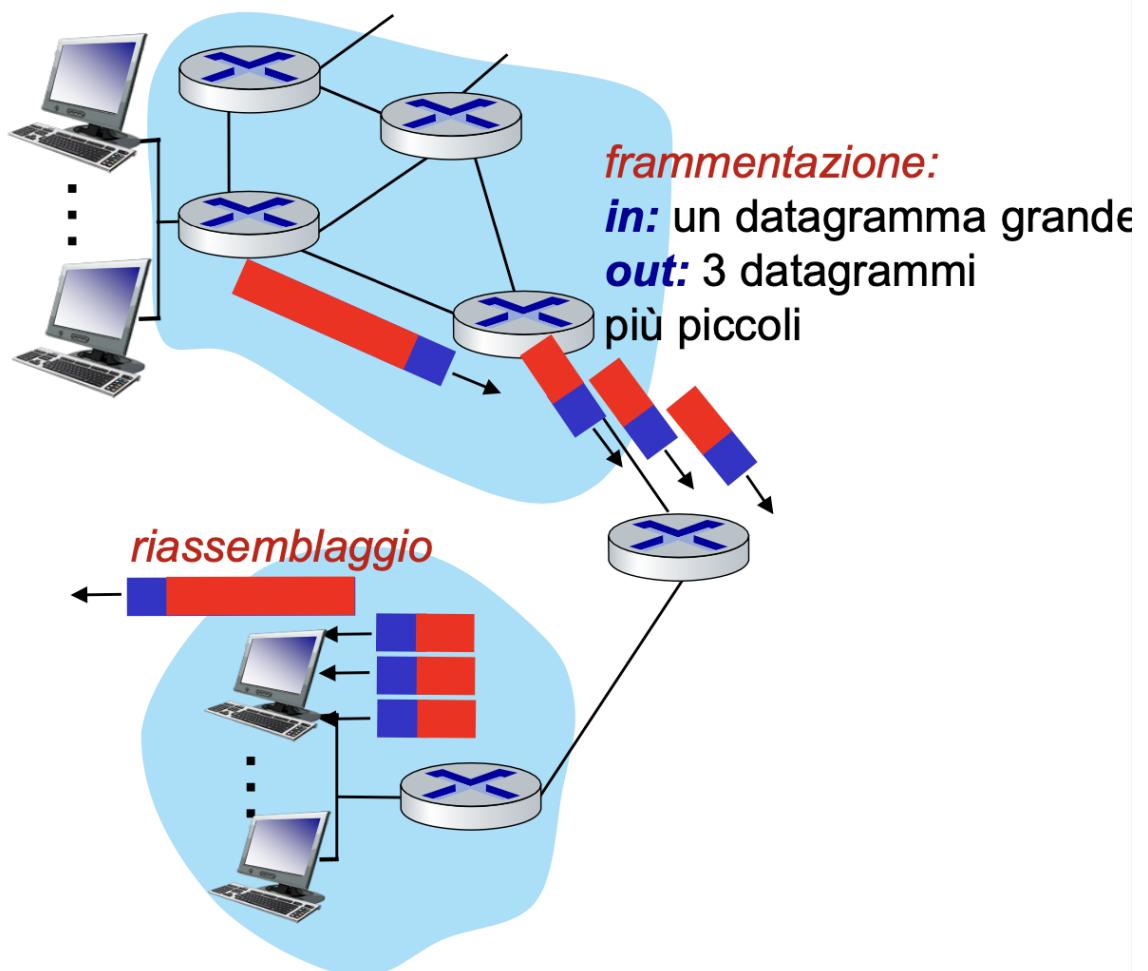
- I router non implementano la parte cerchiata in rosso

Formato dei datagrammi IP



Frammentazione dei datagrammi IP

- L'unità massima di trasmissione (MTU) è la massima quantità di dati che un frame a livello di collegamento può trasportare
 - Differenti tipi di collegamento, differenti MTU
- Datagrammi IP grandi vengono suddivisi ("frammentati") in datagrammi IP più piccoli
 - un datagramma viene frammentato
 - i frammenti saranno "riassemmblati" solo una volta raggiunta la destinazione
 - i bit dell'intestazione IP sono usati per identificare e ordinare i frammenti



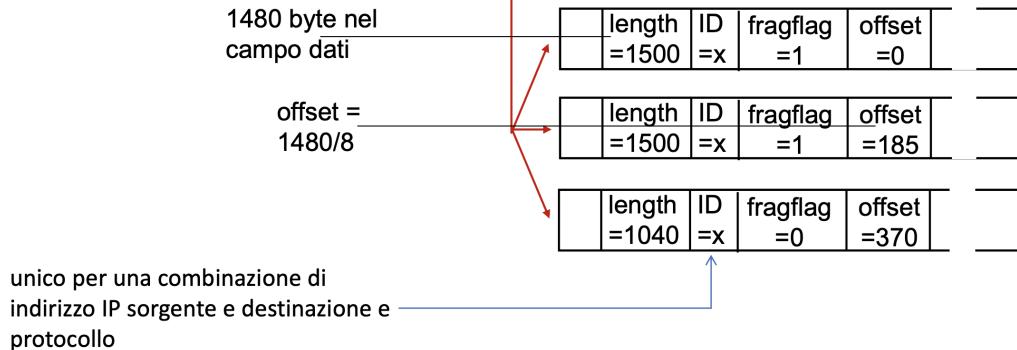
Frammentazione e riassemblaggio IP

FRAGMENTAZIONE E TRASFERIMENTO DI DATAGRAMMI

- bit 0: Riservato; deve essere 0
- bit 1: Don't Fragment (DF)
- bit 2: More Fragments (MF)

Esempio:

- Datagramma di 4000 byte
- MTU = 1500 byte



- Deprecato, rimosso in IPv6
- Path MTU Discovery
 - invio di pacchetti con bit (DF) Don't Fragment impostato a 1
 - se il router non può inoltrare il datagramma perché eccede la MTU, scarta il pacchetto e invia al mittente un messaggio ICMP "Destination Unreachable: Fragmentation Required "

Il problema è che questi messaggi ICMP possono essere bloccati (per motivi di sicurezza): in questi casi, per esempio, un mittente TCP rischia addirittura di ritrasmettere inutilmente lo pacchetto più volte! Inoltre, il percorso e quindi la MTU possono cambiare!

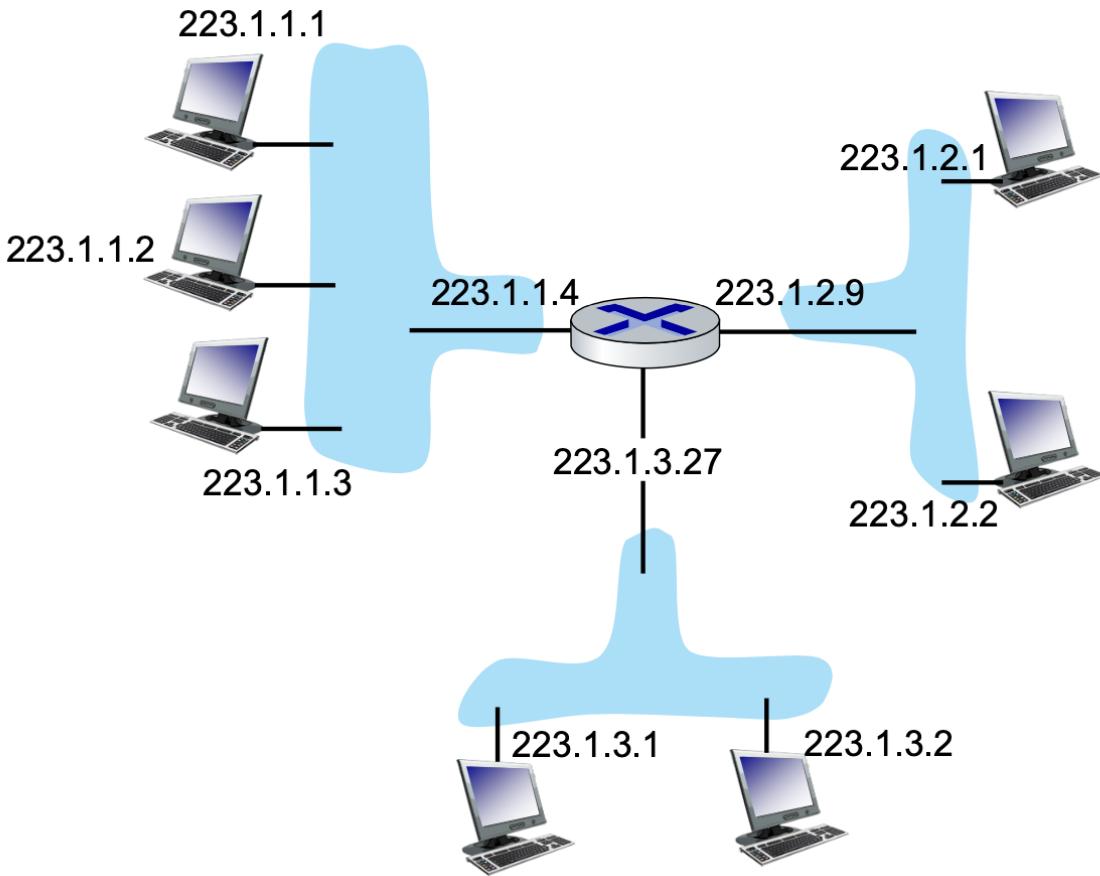
Sono stati proposti approcci alternativi più robusti.

Tra le alternative: manipolazione di segmenti SYN in fase di instaurazione di una connessione TCP, cambiando l'opzione relativa al MSS.

Indirizzamento IP: introduzione

- **Indirizzo IP**: identificatore a 32 bit associato a ciascuna interfaccia di host e router

- **Interfaccia:** connessione tra host/router e collegamento fisico
 - i router hanno tipicamente più interfacce
 - gli host hanno tipicamente una o due interfacce (es., Ethernet cablata, 802.11 wireless)



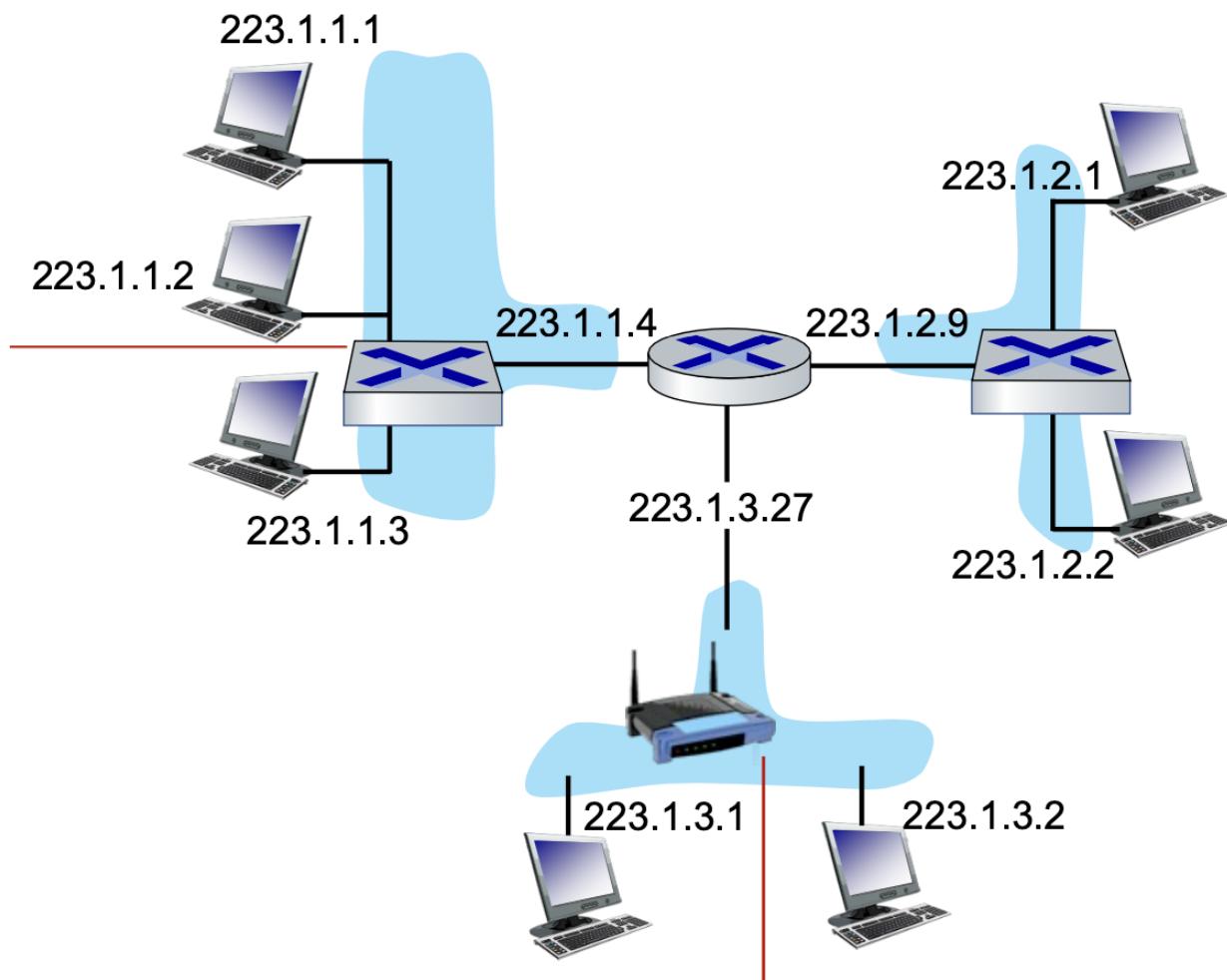
Notazione decimale puntata:

$223.1.1.1 = 11011111 \text{ (23)} \ 00000001 \text{ (1)} \ 00000001 \text{ (1)} \ 00000001 \text{ (1)}$

D: come sono effettivamente collegate le interfacce?

R: interfacce cablate Ethernet connesse da Ethernet switches oppure da

interfacce wireless WiFi connesse da stazioni base WiFi

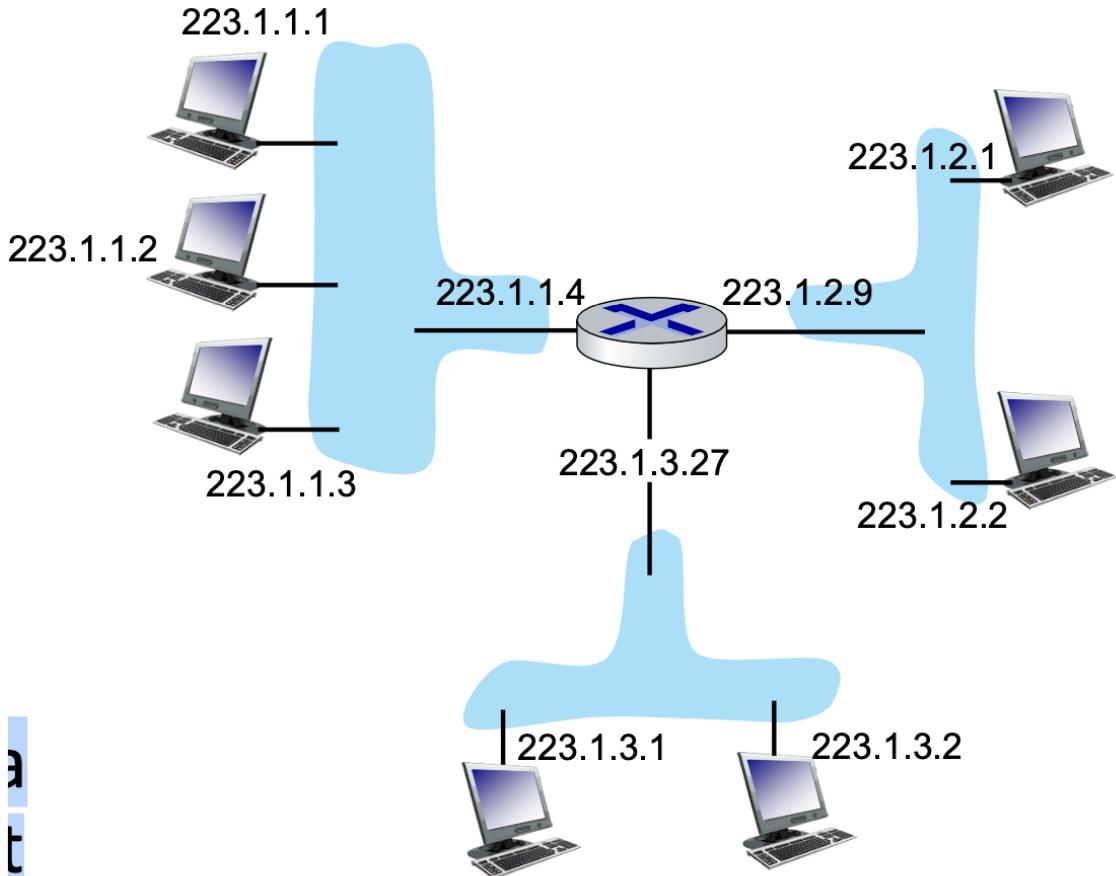


Per ora: non c'è bisogno di preoccuparsi di come una interfaccia sia connessa a un'altra (senza l'intervento di alcun router)

Sottoreti

- *Cos'è una sottorete?*
 - Interfacce di dispositivi che possono raggiungersi fisicamente senza passare attraverso un router intermedio
- Gli indirizzi IP hanno una struttura:
 - **parte della sottorete:** i dispositivi della stessa sottorete hanno in comune i bit di ordine superiore

- **parte dell'host:** i rimanenti bit di ordine inferiore

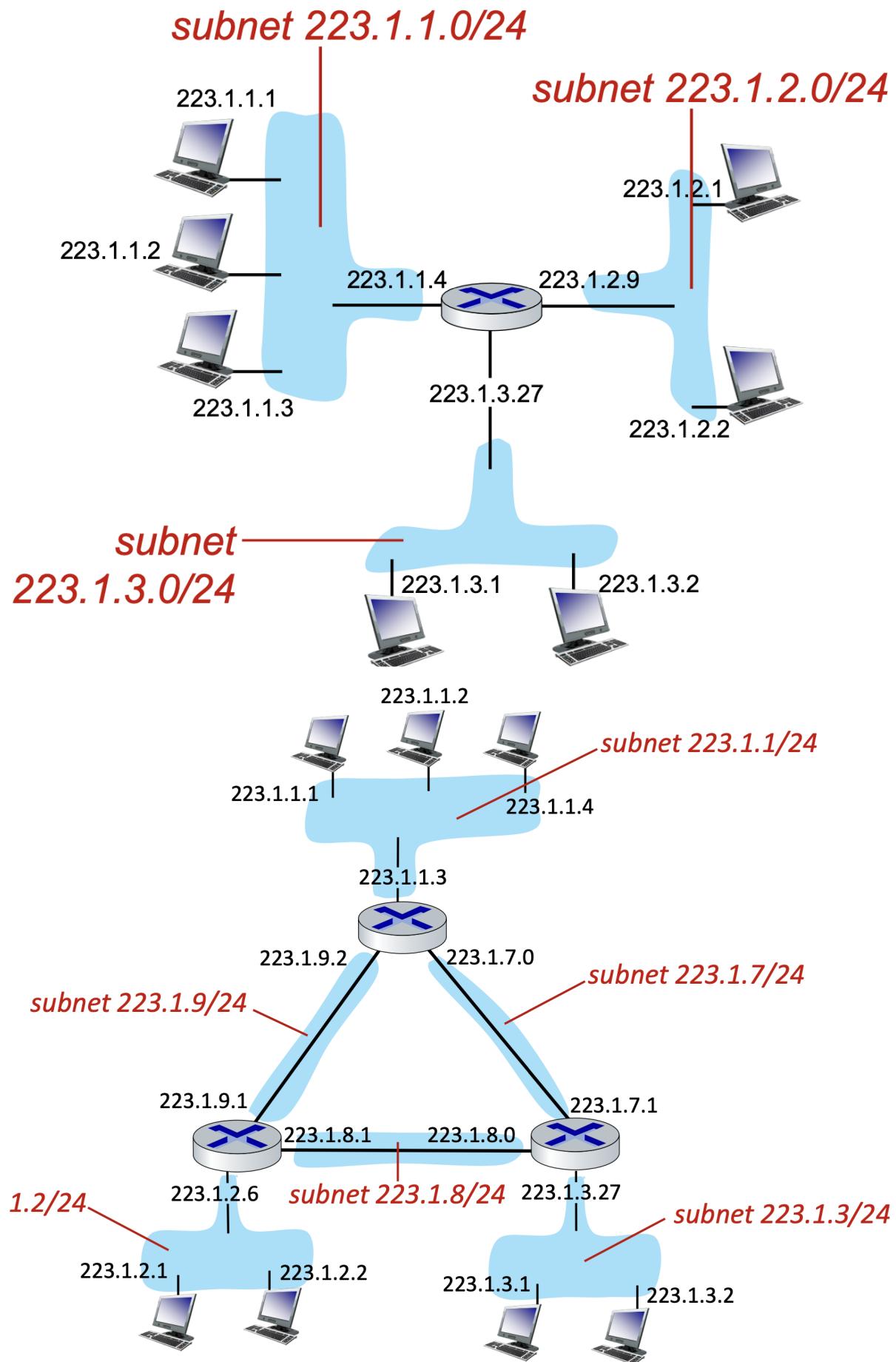


rete composta da 3 sottoreti

Procedura per definire le sottoreti:

- si sgancino le interfacce da host e router in maniera tale da creare "isole" di reti isolate delimitate dalle interfacce

- ognuna di queste reti isolate viene detta sottorete (subnet)



Indirizzamento IP: CIDR

CIDR: Classless InterDomain Routing (pronounced "cider")

- parte della sottorete dell'indirizzo di lunghezza arbitraria
- formato dell'indirizzo: a.b.c.d/x, dove x è il numero di bit della porzione di sottorete dell'indirizzo



11001000 00010111 00010000 00000000

2⁹ – 2 interfacce, perché gli indirizzi:
200.23.16.0/23.

- tutti 0 indica la rete

- tutti 1 è l'indirizzo di (directed) broadcast

Esiste un altro tipo di broadcast, detto limited,
(255.255.255.255) che corrisponde al broadcast L2

Indirizzamento IP: classful addressing

Spazio di indirizzamento IPv4 suddiviso in blocchi con prefisso di rete di 8, 16 e 24 bit

Classe	Bit iniziali	parte della sottorete	Parte dell'host	Numero di reti	Numero di indirizzi per rete	Numero totale di indirizzi	Indirizzo iniziale	Indirizzo finale	Maschera di rete in dot-decimal notation	Notazione CIDR
Classe A	0	8	24	128 (2 ⁷)	16,777,216 (2 ²⁴)	2 ³¹	0.0.0.0	127.255.255.255	255.0.0.0	/8
Classe B	10	16	16	16,384 (2 ¹⁴)	65,536 (2 ¹⁶)	2 ³⁰	128.0.0.0	191.255.255.255	255.255.0.0	/16
Classe C	110	24	8	2,097,152 (2 ²¹)	256 (2 ⁸)	2 ²⁹	192.0.0.0	223.255.255.255	255.255.255.0	/24
Classe D (multicast)	1110	non definita	non definita	non definito	non definito	2 ²⁸	224.0.0.0	239.255.255.255	non definita	/4
Classe E (reserved)	1111	non definita	non definita	non definito	non definito	2 ²⁸	240.0.0.0	255.255.255.255	non definita	non definita

- L'indirizzamento per classi è stato ormai abbandonato, in favore di CIDR
- CIDR ha diversi vantaggi:

- più efficiente allocazione di blocchi di indirizzi
- aggregazione di indirizzi (vedi dopo) con conseguente riduzione delle tabelle di instradamento

Indirizzi IP: come ottenerne uno?

In realtà si tratta di due domande:

1. D: Come fa un host a ottenere l'indirizzo IP all'interno della sua rete (parte host dell'indirizzo)?
2. D: Come fa una rete a ottenere l'indirizzo IP (parte dell'indirizzo relativa alla rete)?

Come l'host ottiene l'indirizzo IP?

- codificato dal sysadmin nel file di configurazione
- DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol: permette a un host di ottenere un indirizzo IP in modo automatico
 - “plug-and-play”

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol

Obiettivo: l'host ottiene dinamicamente l'indirizzo IP dal server di rete quando si "unisce" alla rete.

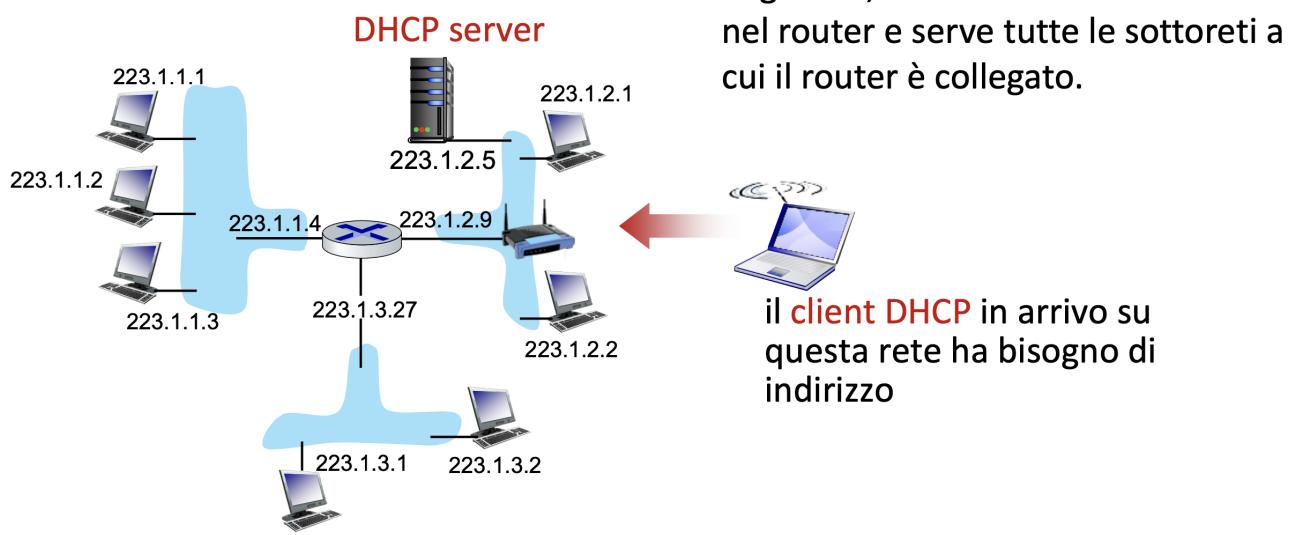
- può rinnovare la propria concessione per l'indirizzo in uso
- permette il riutilizzo degli indirizzi (mantiene l'indirizzo solo quando è collegato/acceso)
- supporto per gli utenti mobili che si uniscono/abbandonano la rete (ma non permette il mantenimento di una connessione TCP attiva, perché si ottiene un indirizzo IP differente)

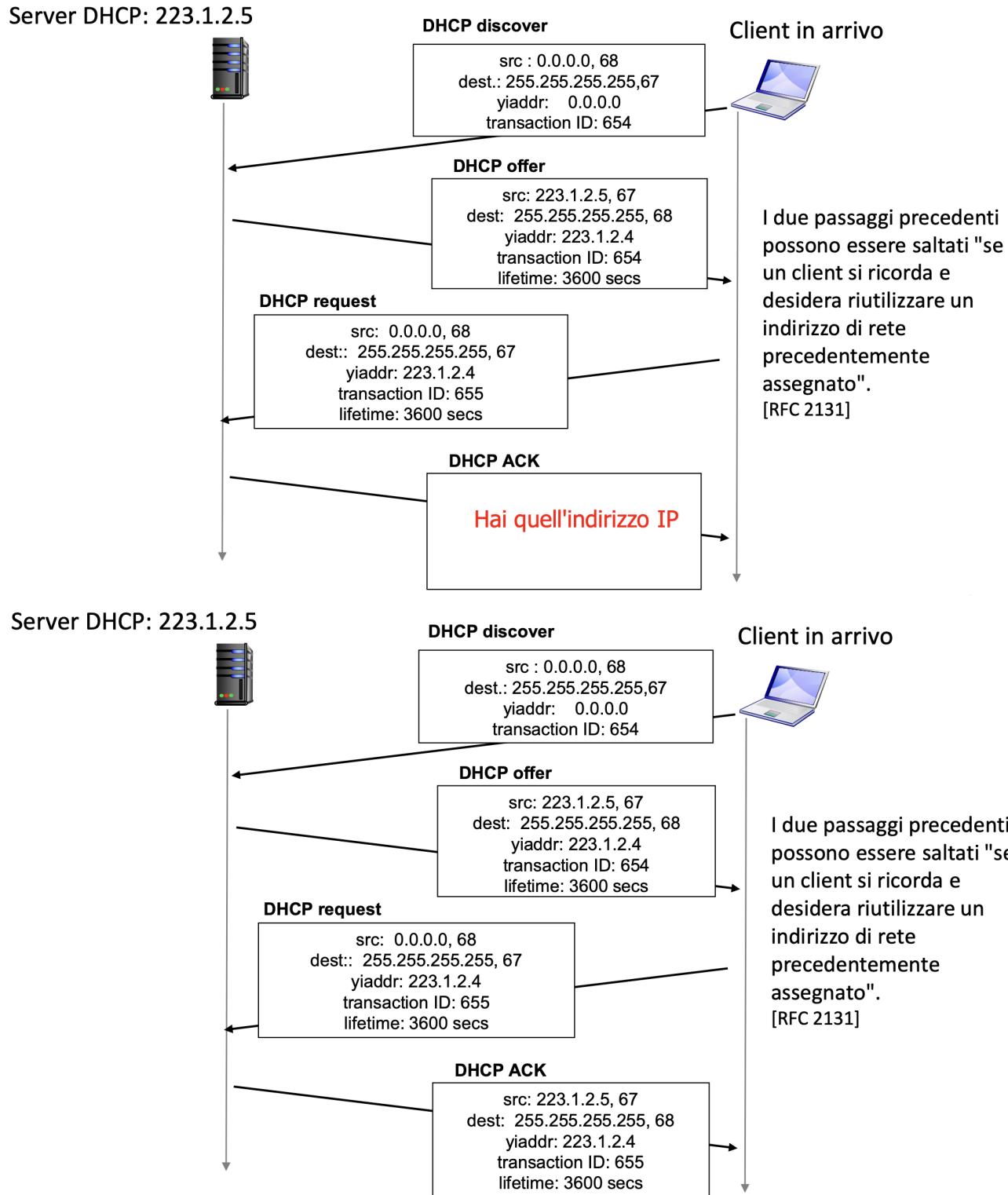
Panoramica DHCP

- l'host invia in broadcast un messaggio **DHCP discover** [opzionale]
- il server DHCP risponde con messaggio **DHCP offer** [opzionale]
- l'host richiede un indirizzo IP: messaggio **DHCP request**
- il server DHCP invia un indirizzo IP: messaggio **DHCP ack**

DHCP client-server scenario

In genere, il server DHCP è collocato nel router e serve tutte le sottoreti a cui il router è collegato.





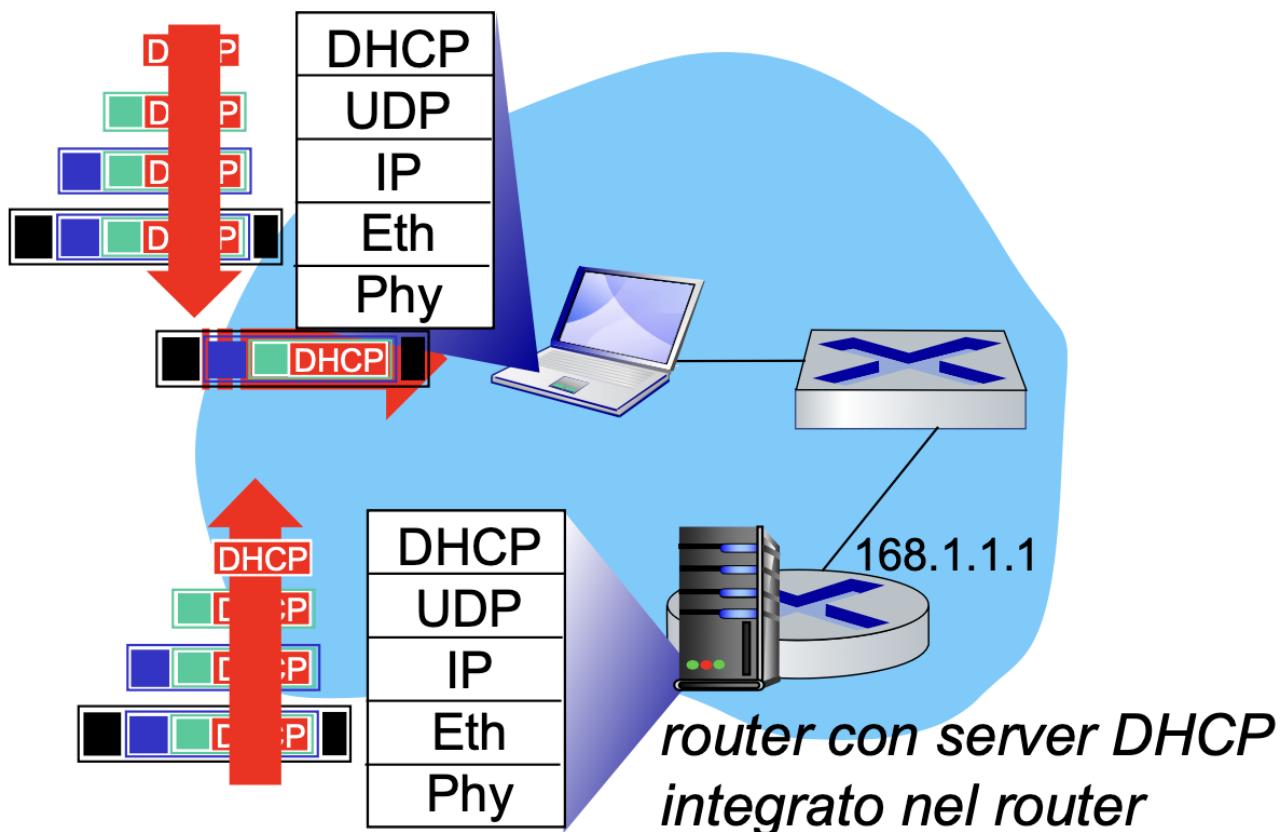
DHCP: più degli indirizzi IP

Il DHCP può restituire più di un indirizzo IP assegnato alla sottorete:

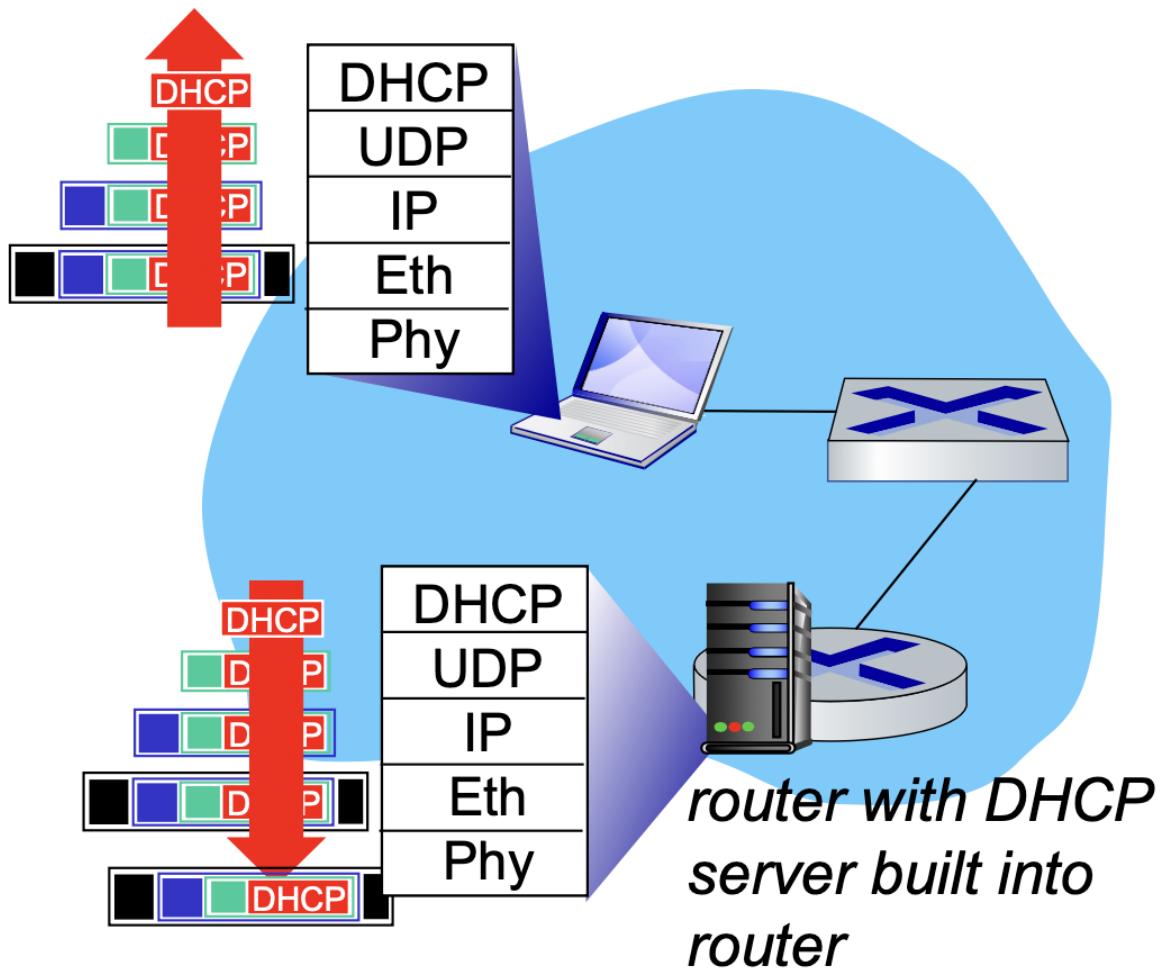
- indirizzo del router first-hop per il client

- nome e indirizzo IP del server DNS
- maschera di rete (che indica la porzione di rete rispetto a quella di host dell'indirizzo)

DHCP: esempio



- Il portatile che si collega utilizzerà il DHCP per ottenere l'indirizzo IP, l'indirizzo del router first-hop e l'indirizzo del server DNS.
- Messaggio di richiesta DHCP incapsulato in UDP, incapsulato in IP, incapsulato in Ethernet
- Trasmissione di frame Ethernet (destinazione: FFFFFFFFFF) sulla LAN, ricevuto dal router che esegue il server DHCP
- Ethernet demultiplato in IP, IP demultiplato in UDP, UDP demultiplato in DHCP



*router with DHCP
server built into
router*

- Il server DHCP formula un DHCP ACK contenente l'indirizzo IP del client, l'indirizzo IP del router first-hop per il client, il nome e l'indirizzo IP del server DNS.
- risposta del server DHCP incapsulata inoltrata al client, de-muxing fino a DHCP sul client
- il cliente conosce ora il proprio indirizzo IP, il nome e l'indirizzo IP del server DNS, l'indirizzo IP del router first-hop

Indirizzi IP: come ottenerne uno?

D: Come fa la rete a ottenere la parte di sottorete dell'indirizzo IP?

R: ottiene l'assegnazione di una porzione dello spazio di indirizzi del suo provider ISP

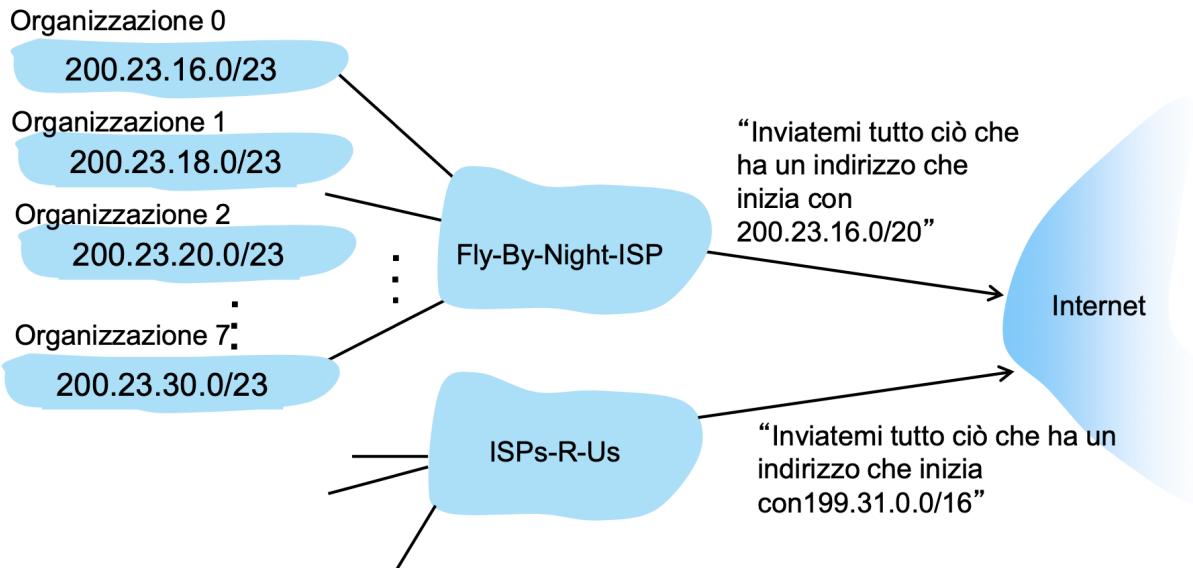
Blocco dell'ISP 11001000 00010111 00010000 00000000 200.23.16.0/20

L'ISP può quindi allocare il suo spazio di indirizzi in 8 blocchi:

Organizzazione 0	<u>11001000 00010111 00010000</u> 00000000	200.23.16.0/23
Organizzazione 1	<u>11001000 00010111 00010010</u> 00000000	200.23.18.0/23
Organizzazione 2	<u>11001000 00010111 00010100</u> 00000000	200.23.20.0/23
...
Organizzazione 7	<u>11001000 00010111 00011110</u> 00000000	200.23.30.0/23
\		

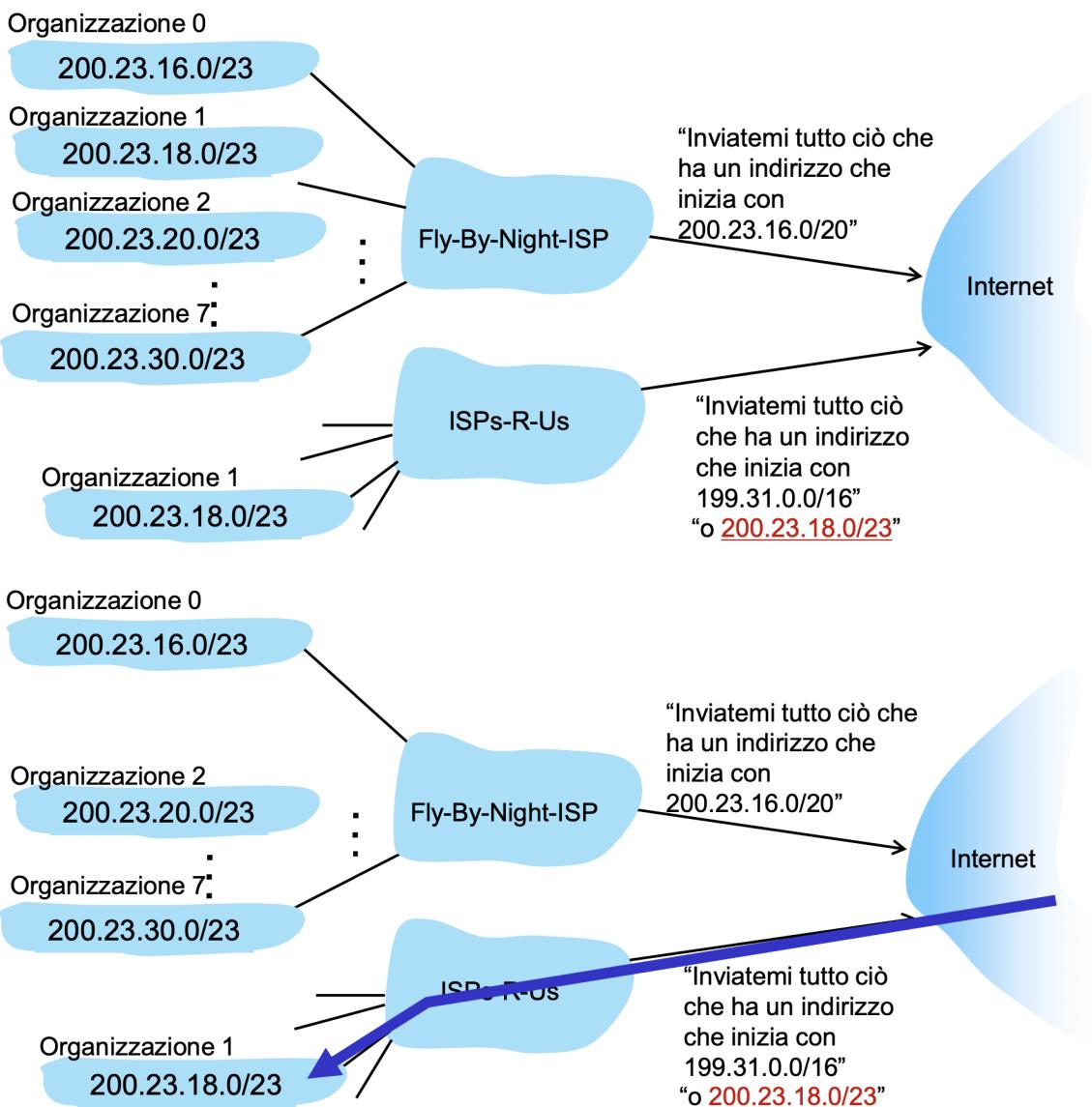
Indirizzamento gerarchico: aggregazione di indirizzi (route aggregation)

L'indirizzamento gerarchico consente di pubblicizzare in modo efficiente le informazioni di routing:



Indirizzamento gerarchico: percorsi più specifici

- L'organizzazione 1 si sposta da Fly-By-Night-ISP a ISP-R-Us
- ISP-R-Us ora pubblica un percorso più specifico verso l'Organizzazione 1



Indirizzi IP: ultime parole

D: Come fa un ISP a ottenere un blocco di indirizzi?

R: ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

<http://www.icann.org/>

- Assegnazione degli indirizzi IP, attraverso 5 registri regionali (RR) (che possono poi assegnare ai registri locali).
- Gestisce la zona radice del DNS, compresa la delega della gestione dei singoli TLD (.com, .edu , ...)

D: ci sono abbastanza indirizzi IP a 32 bit?

- L'ICANN ha assegnato l'ultima porzione di indirizzi IPv4 ai RR nel 2011.
- NAT(successivo) aiuta con l'esaurimento dello spazio degli indirizzi IPv4.
- IPv6 ha uno spazio di indirizzi a 128 bit.