

## Struttura di Internet ed il livello rete

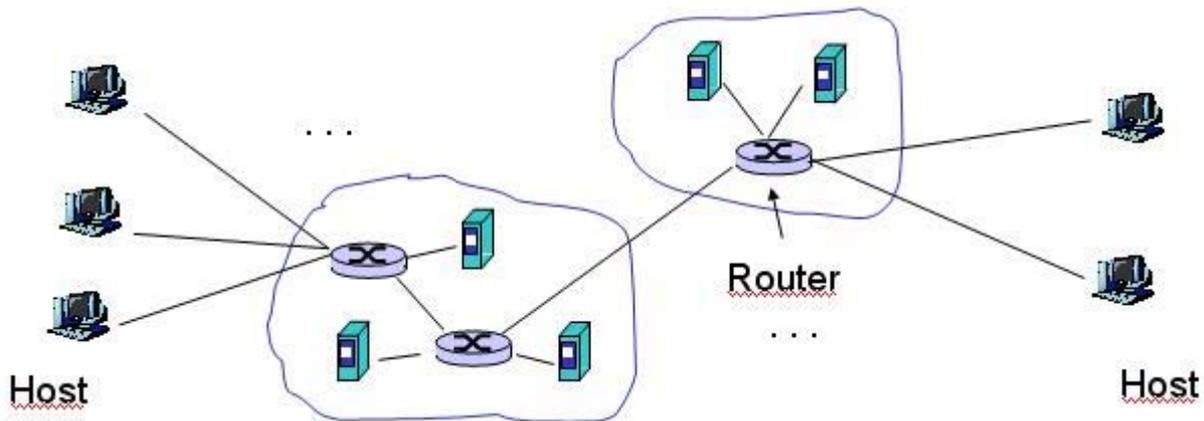
## Indice

- **Struttura delle reti**
- **Estremità della rete**
- **Il nucleo della rete**
- **Reti a commutazione di pacchetto e reti a commutazione di circuito**
- **Funzionalità del livello rete nella gerarchia ISO/OSI**

## La struttura della rete

Internet, così come ogni altra rete di calcolatori possiamo vederla suddivisa nei seguenti componenti:

- Estremità della rete: contengono gli *host* e le applicazioni
- Nucleo della rete: contiene
  - *router*;
  - reti di reti.
- Rete di accesso e mezzi fisici: questa parte è quella costituita da collegamenti (*link*) fisici



Le estremità della rete:

Sistemi finali (*host*, terminali):

- sono calcolatori su cui girano i programmi applicativi (che usano i protocolli di livello applicazione e di livello trasporto) quali ad esempio:
  - *browser* WWW;
  - programmi per *email*;
  - ...

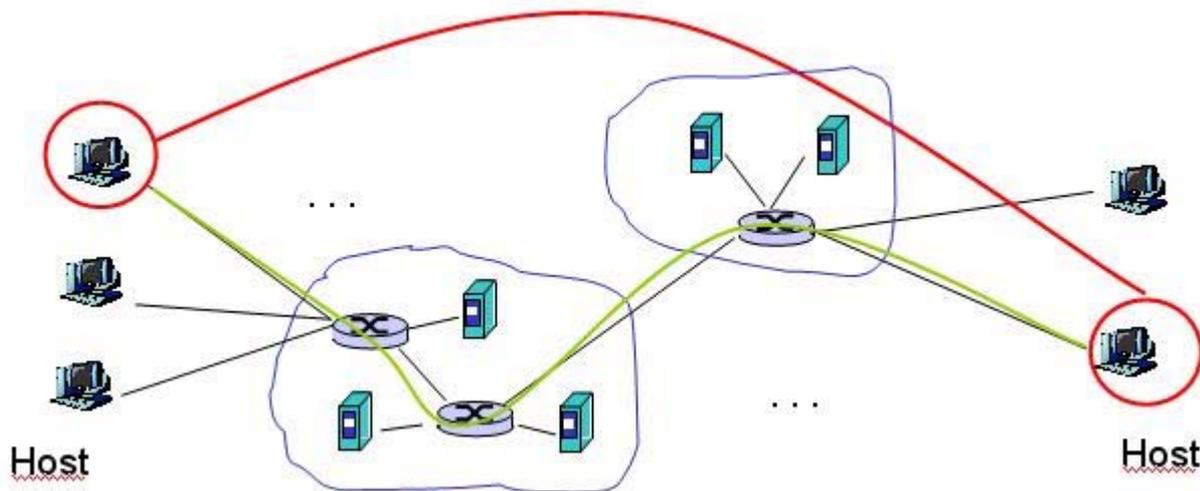
A livello di comunicazione fra terminali della rete si usano due modelli di interazione:

- *client/server*:
  - il *client* richiede e riceve servizi dal *server*;
  - ad esempio, nella navigazione nel *Web* abbiamo: *client (browser)*/ *server (Web server)*;
- *peer-to-peer*:
  - interazioni simmetrica fra *host* pari;
  - esempio: teleconferenza.

Comunicazione fra estremità della rete

Dal punto di vista logico la comunicazione avviene fra terminali.

Dal punto di vista fisico invece avviene passando attraverso i vari nodi della rete.



Il nucleo della rete

È costituito da una maglia (*mesh*) di *router* interconnessi che permettono la comunicazione di dati.

- i *router* sono calcolatori specializzati ai quali sono collegati vari *link* di ingresso e di uscita. La funzione del *router* è quella di instradare (o commutare) i dati che arrivano sui *link* di ingresso verso gli opportuni *link* di uscita, realizzando così fisicamente l'indirizzamento dei dati. Sui *router* girano i protocolli del livello rete e del livello fisico, ma non quelli dei livelli trasporto e applicazione.

Due modalità principali per il trasferimento dei dati attraverso la rete:

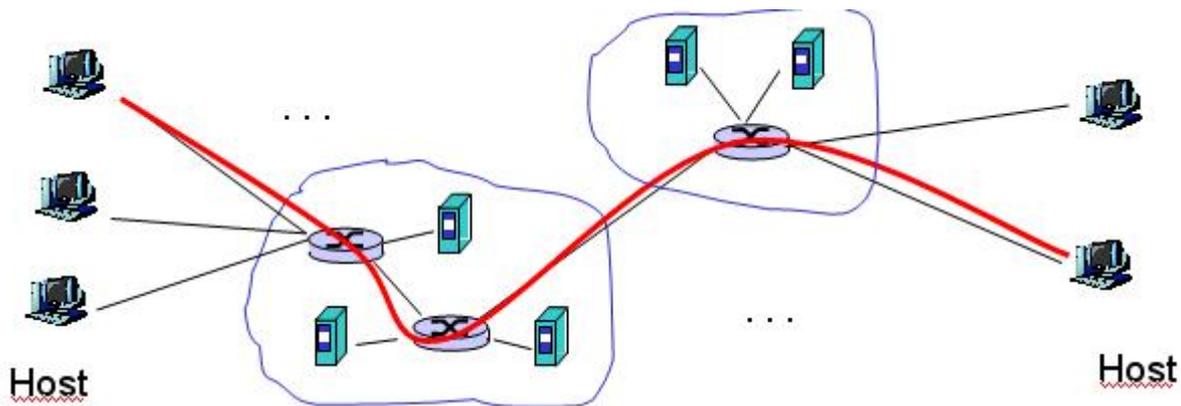
- Commutazione di circuito:
  - c'è un circuito dedicato per ogni chiamata (Esempio: rete telefonica)
- Commutazione di pacchetto:
  - i dati sono spediti attraverso la rete in pacchetti discreti. Ci sono due tipi di reti a commutazione di pacchetto:
    - reti circuiti virtuali (ad esempio, reti ATM):
      - viene stabilito un percorso (circuito virtuale) prima di iniziare a inviare i dati; i pacchetti che costituiscono uno stesso messaggio vengono spediti tutti su un solo circuito virtuale (identificato da un numero);
    - reti *datagram* (questo è il caso di *Internet*):
      - non c'è alcun percorso prestabilito: pacchetti diversi dello stesso messaggio possono seguire percorsi diversi

Commutazione di circuito

Risorse riservate per ogni chiamata:

- la banda del *link* è divisa in parti, ogni parte è assegnata ad una chiamata. Ci sono due modalità di divisione della banda:
  - FDM divisione di frequenza (*Freq. Div. Multiplexing*);
  - TDM divisione di tempo (*Time Div. Multiplexing*).
- La risorsa è mantenuta per tutto il collegamento (nessuna condivisione): se la chiamata non la utilizza la risorsa questa è inattiva.

- *Performance* garantita in modo simile ad un circuito fisico.
- È richiesta una fase di inizializzazione della chiamata (*call-setup*).



### Commutazione di pacchetto

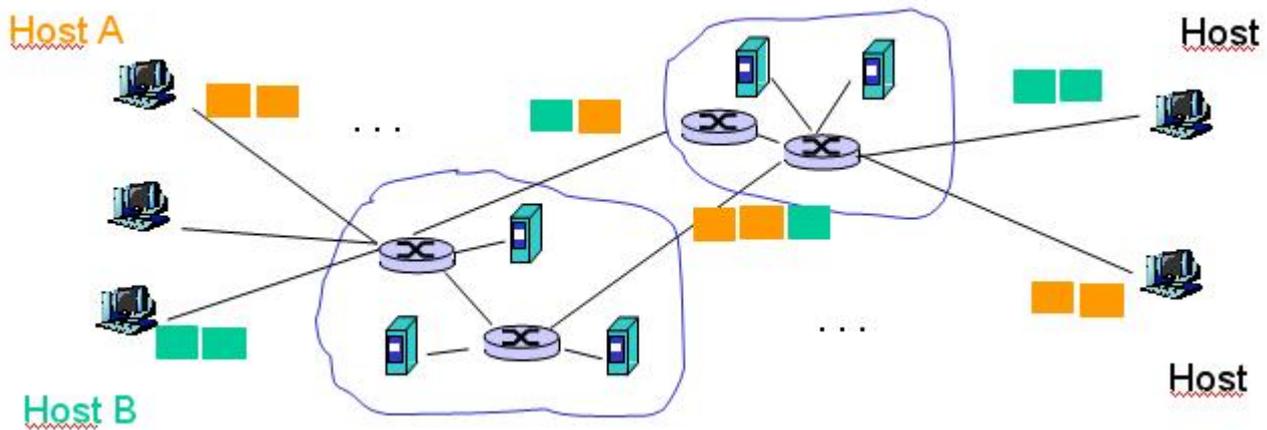
- Il flusso di dati fra terminali è suddiviso in pacchetti:
  - i pacchetti di utenti diversi condividono le risorse;
  - ogni pacchetto usa tutta la banda del link;
  - le risorse sono usate in base al bisogno.
- Competizione per le risorse:
  - la domanda totale può eccedere la disponibilità;
  - si può avere congestione: pacchetti si accodano (in opportuni *buffer* sui *router*) aspettando di usare il *link*; nel caso in cui il *router* non ce la faccia a smistare abbastanza velocemente i pacchetti le code si allungano e si possono perdere pacchetti quando i *buffer* sono saturi;
  - meccanismo *store and forward*: i pacchetti si muovono un passo alla volta ripetendo i seguenti due passi:
    - trasmetti sul link;
    - aspetta il turno al prossimo link.
- Non c'è:
  - divisione della banda in parti;
  - allocazione dedicata;
  - prenotazione risorse.

### Commutazione di pacchetto (rete datagram)

Pacchetti dello stesso messaggio possono seguire percorsi diversi.

Pacchetti di messaggi diversi possono condividere gli stessi link.

I messaggi sono suddivisi in pacchetti di dimensioni più piccole per ottimizzare le prestazioni: pacchetti diversi (di uno stesso messaggio) possono transitare in parallelo su *link* diversi verso la destinazione finale.



Commutazione di pacchetto o commutazione di circuito?

Commutazione pacchetto:

- ottima per dati a ondate perchè permette la condivisione di risorse e non c'è alcuna inizializzazione;
- possibile congestione: l'accumulo di pacchetti che il *router* non riesce a smistare può provocare ritardo e perdita di pacchetti;
- necessari opportuni protocolli per trasferimento affidabile (vedi *TCP*);
- necessario controllo della congestione.

Commutazione di circuito:

- va bene per applicazioni che inviino un flusso di dati costante e abbiano bisogno della garanzia di una banda minima.

Esempio: se *link* di 1 Mbit *link* e ogni utente ha bisogno di 200 Kbps ed è attivo il 5% del tempo, con la commutazione di circuito si possono avere al massimo 5 utenti, mentre con la commutazione di pacchetto si possono avere 20 utenti in contemporanea (con una probabilità molto bassa che ci siano più di 5 utenti attivi nel stesso momento).

Il livello rete

Facendo riferimento alla gerarchia ISO/OSI, il livello rete fornisce un servizio di trasferimento dati fra terminali e *router*.

A differenza dei livelli trasporto e applicazione, il livello rete è implementato anche nei *router* della rete.

il livello rete sostanzialmente realizza le seguenti tre funzioni:

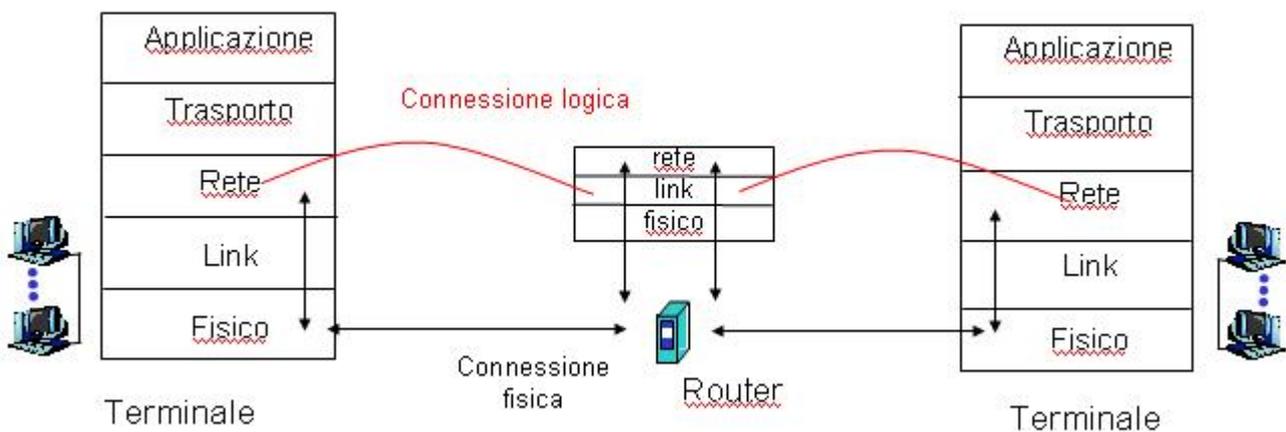
- determinazione del cammino: al livello rete viene deciso il cammino che i pacchetti devono seguire per raggiungere la destinazione. vengono usati allo scopo opportuni algoritmi di *routing* che sono implementati nei *router*.
- *Switching*: i pacchetti devono essere fatti transitare dal collegamento di *input* di un *router* all'opportuno collegamento di *output*.
- *Call setup*: alcune architetture di rete richiedono una fase di inizializzazione della chiamata (*call setup*) prima che possa iniziare la spedizione dei pacchetti (esempio ATM e circuiti virtuali).

Il livello rete in Internet: protocollo IP

Il protocollo del livello rete di *Internet* si chiama protocollo IP

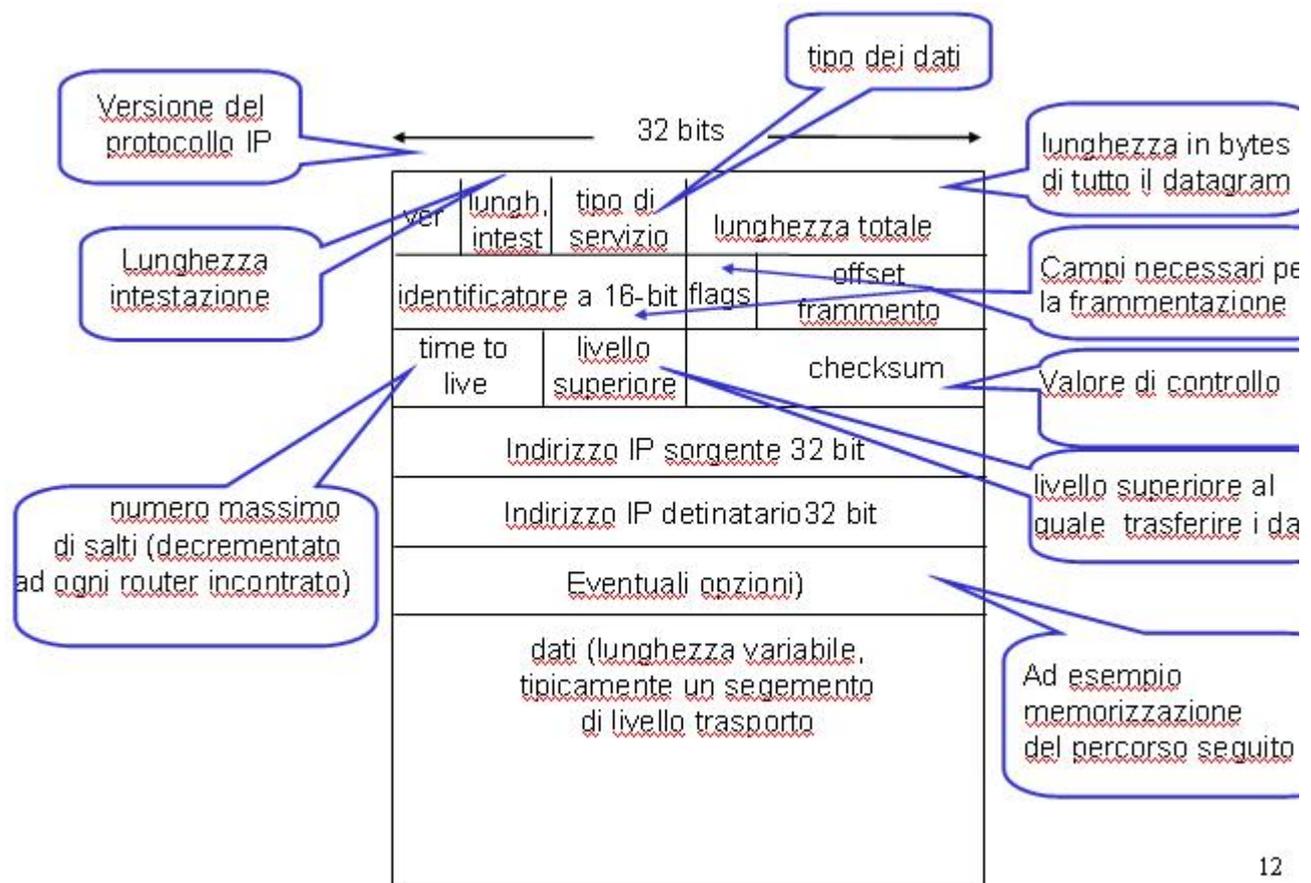
Il protocollo *IP* prevede una rete a commutazione di pacchetto di tipo *Datagram* con le seguenti caratteristiche:

- permette la spedizione di pacchetti dal mittente al destinatario;
- non c'è alcuna garanzia di affidabilità: i pacchetti si possono perdere;
- non c'è nessuna inizializzazione della chiamata;
- I *router* non mantengono lo stato delle comunicazioni;
- nessun concetto di connessione;
- ogni pacchetto contiene l'indirizzo *IP* del destinatario (per poter permettere ai *router* la determinazione del cammino).



Formato del pacchetto (datagram) IP

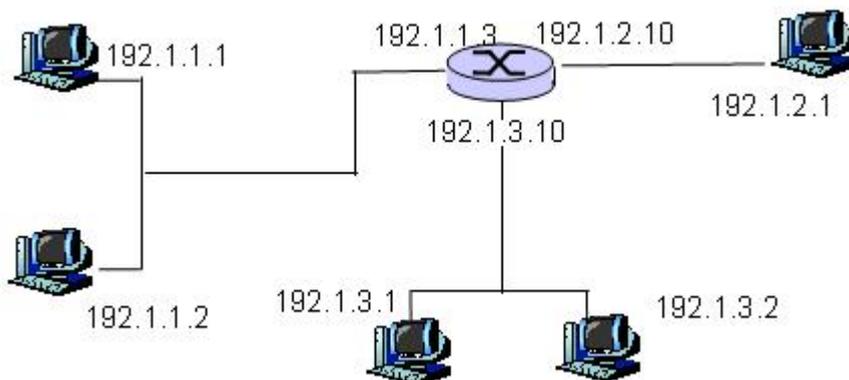
Secondo il protocollo *IP* i dati sono organizzati in pacchetti fatti come mostrato qui sotto:



### Cosa è un indirizzo IP

- Una interfaccia è una connessione fra *host*, *router* e *link* fisico: i *router* tipicamente hanno molte interfacce, gli *host* possono avere o no molte interfacce.
- Un indirizzo *IP* è un identificatore a 32-bit (divisi in 4 gruppi di 4 bit) per interfaccia di un *host* oppure di un *router*. Si noti che anche se comunemente si parla di indirizzi *IP* di un *host*, in realtà l'indirizzo è associato all'interfaccia e non all'*host* o il *router*. Il seguente è un esempio di indirizzo IP 192.1.1.1 che corrisponde (in binario) a 11000000 00000001 00000001 00000001.

Sotto abbiamo una esempio di vari indirizzi *IP* associati a diverse interfacce:



### Tipi di indirizzo IP

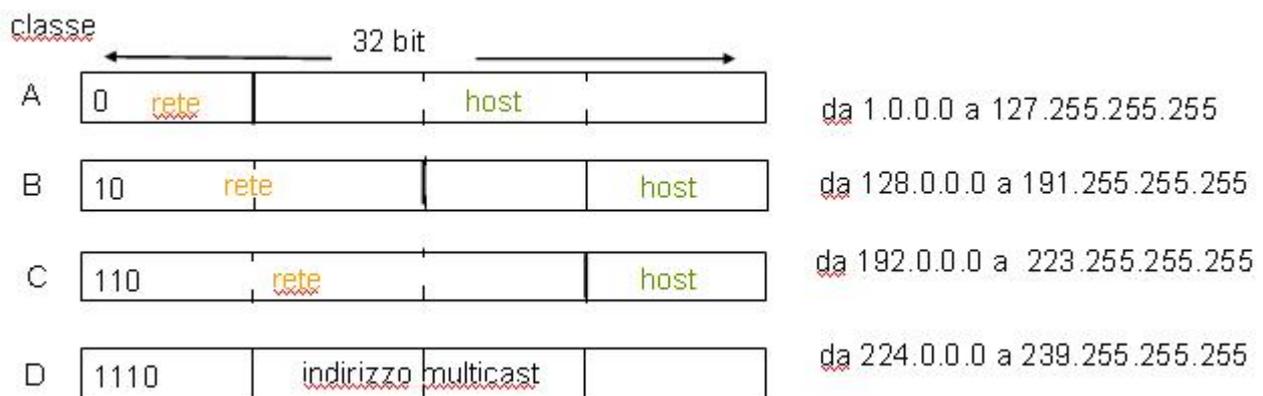
- Un indirizzo *IP* è costituito da due parti: la parte rete (a sinistra) e la parte *host* (a destra). La parte rete identifica i numeri *IP* che appartengono ad una stessa rete *IP*, ovvero quelle interfacce tali che si può andare da una all'altra senza passare da un *router* o da un terminale.

All'interno di una rete IP poi il numero di *host* identifica una particolare interfaccia. Ad esempio possiamo avere gli indirizzi 127.0.0.1 e 127.0.0.2 che hanno la stessa parte rete (127) e due parti *host* diverse (0.0.1 e 0.0.2).

- La lunghezza delle due parti varia a seconda del metodo di indirizzamento usato. Si distinguono infatti le seguenti modalità:
  - Indirizzamento con classe: in questo caso la parte rete ha una lunghezza fissa che può essere di 8 *bit* e inizia con il *bit* più a sinistra 0 (classe A); 16 *bit* e inizia con i due *bit* più a sinistra 10 (classe B); 24 *bit* (classe C) e inizia con i tre *bit* più a sinistra 110. Esiste anche la una classe D che si usa per l'indirizzamento *multicast*.
  - Indirizzamento senza classe: in questo caso la parte rete ha una lunghezza variabile che è indicata esplicitamente: gli indirizzi di questo tipo hanno la forma a.b.c.d/x dove *x* indica il numero di *bit* più a sinistra che sono usati per la parte rete.
- Perché due modalità: inizialmente l'indirizzamento era con classe, poi si è passati a quello senza classe per migliorare l'uso dello spazio degli indirizzi: ad esempio, un'organizzazione che avesse bisogno di indirizzi per 2000 *host* (nella stessa rete IP) doveva usare indirizzi di classe B (la classe A non basta). Però per un dato indirizzo di rete di classe B ci sono circa 65000 indirizzi disponibili per gli *host*.

### Indirizzi IP

Indirizzamento con classe:



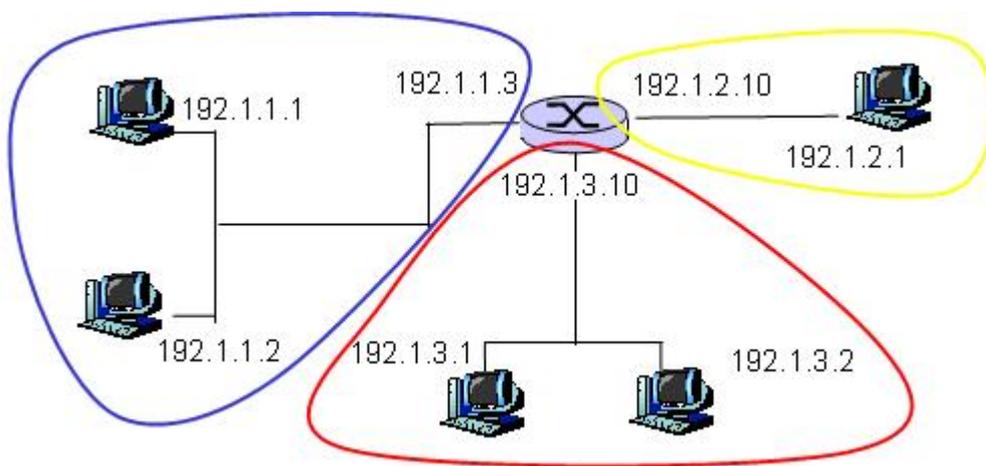
### Indirizzamento senza classe a.b.c.d/x

Esempio: 201.7.48.1/23



### Rete IP

Una rete IP (dal punto di vista dell'indirizzamento IP) è costituita da un insieme di dispositivi di interfaccia con la stessa parte rete di indirizzo IP. In altri termini, si può andare da un punto all'altro della stessa rete IP senza passare da un *router* o *host*. Sotto abbiamo un esempio dove sono evidenziate tre reti IP (in blu, rosso e giallo):



Per determinare quali sono le reti *IP* dunque basta staccare ogni interfaccia da *host* e *router* e creare isole di reti isolate.

Come ottenere un indirizzo IP?

Parte Rete: per ottenere un blocco di di indirizzi *IP* (corrispondenti ad un indirizzo specifico per a parte rete) ci si rivolge a ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*) che provvede a:

- decidere gli indirizzi;
- gestire il DNS;
- assegnare i nomi di dominio e risolvere eventuali dispute e controversie.

Parte *Host*: l'indirizzo della parte *host* invece può essere assegnato staticamente dall'amministratore di sistema (è scritto in un opportuno *file*) oppure può essere assegnato dinamicamente. Questo avviene quando ci colleghiamo a *Internet* usando un modem ed i servizi di un ISP (*Internet Service Provider*). In questo caso si usa il *DHCP* (*Dynamic Host Configuration Protocol*), un protocollo che prevede le seguenti fasi:

- *host* manda un messaggio cerca DHCP;
- DHCP *server* risponde con un messaggio offerta DHCP;
- *host* richiede un indirizzo *IP* con un messaggio: richiesta DHCP;
- DHCP *server* manda l'indirizzo assegnato con un messaggio : *ack* DHCP.