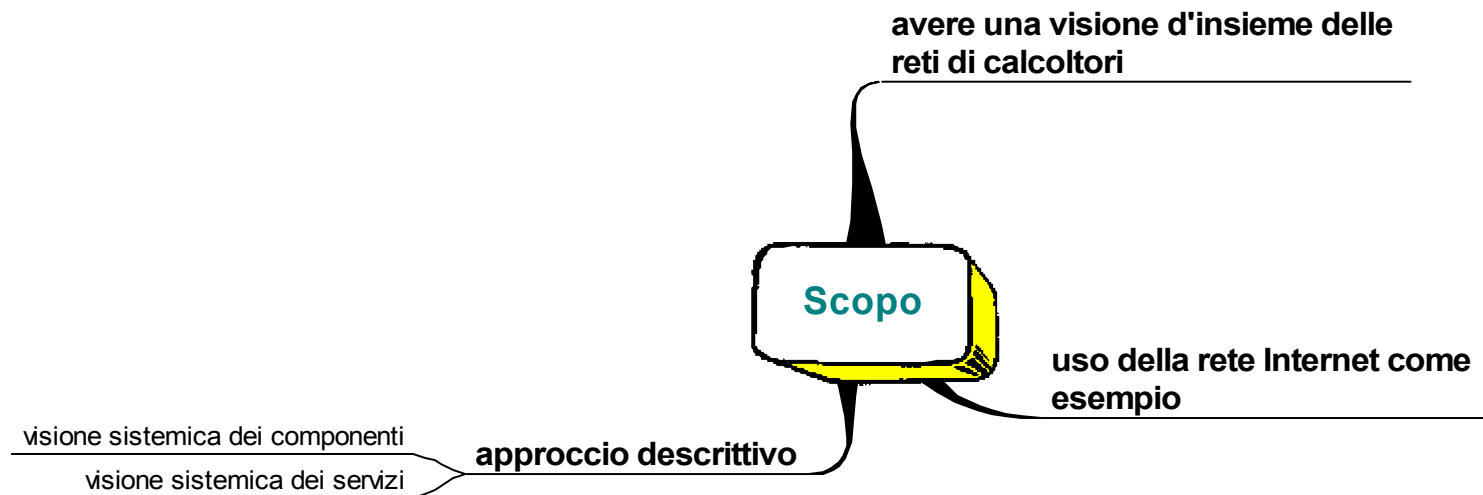


# Parte 1

## Internet: una rete di calcolatori



# Cos'è Internet: visione "dei componenti"

- ❑ Milioni di dispositivi interconnessi : *hosts, end-systems*

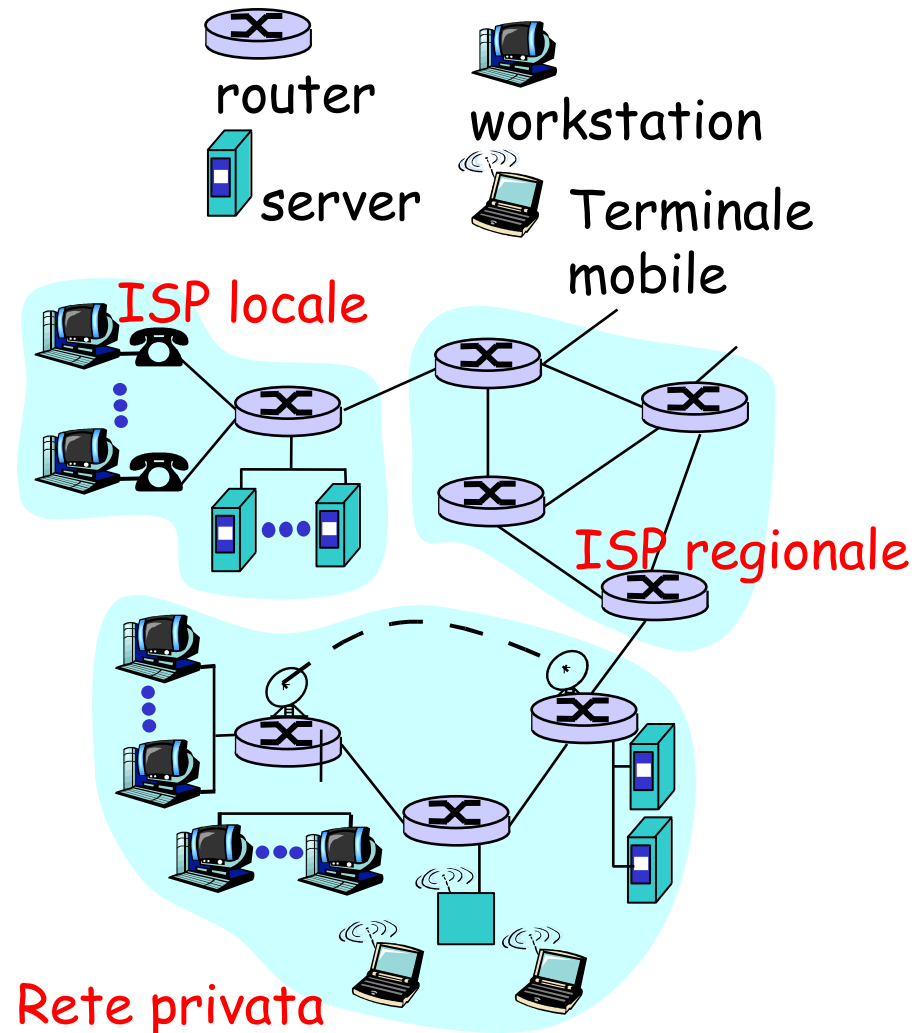
- pc, workstations, servers
- PDA, telefoni, etc.

che supportano le  
*applicazioni di rete*

- ❑ *links di comunicazione*

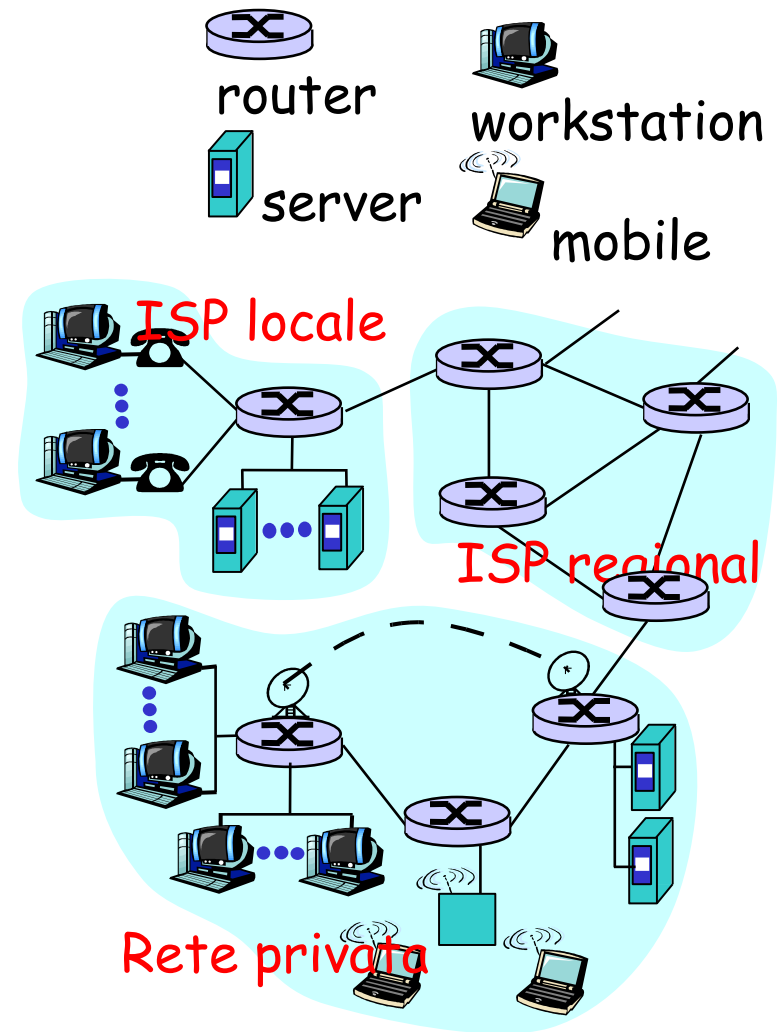
- fibre ottiche, doppini telefonici, cavi coassiali, onde radio...

- ❑ *routers*: che instradano pacchetti (sequenze) di dati attraverso la rete



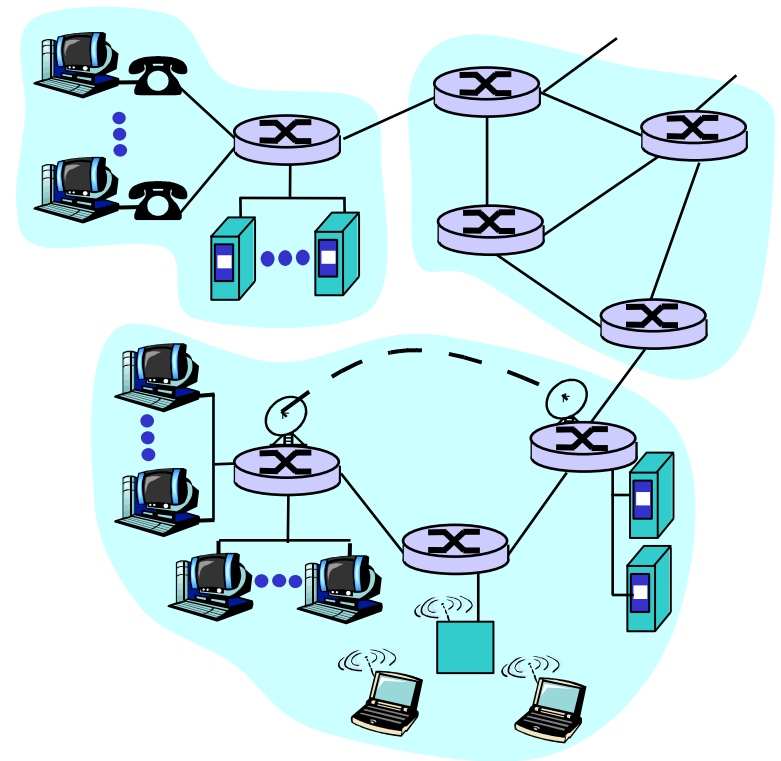
# Cos'è Internet: visione "dei componenti"

- ❑ *protocolli*: regolamentano la trasmissione e la ricezione di messaggi
  - es., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ *Internet: "la rete delle reti"*
  - Internet pubblica ed intranet privata
- ❑ Gli standard di Internet
  - RFC: Request for comments
  - IETF: Internet Engineering Task Force



# Cos'è Internet: una visione "dei servizi"

- ❑ L'infrastruttura di **comunicazione** permette le applicazioni distribuite per scambio di informazioni:
  - WWW, email, giochi, e-commerce, database,
  - altro?
- ❑ Fornisce servizi di **comunicazione** per le applicazioni:
  - connectionless (senza connessione)
  - connection-oriented (orientati alla connessione) - garantiti in integrità ed interezza



# Cos'è un protocollo?

## Protocolli umani:

- "pronto.."
- "pronto, sono Pippo, come stai?"

... regole che governano la condotta delle persone (azioni - reazioni) nello scambio dei messaggi

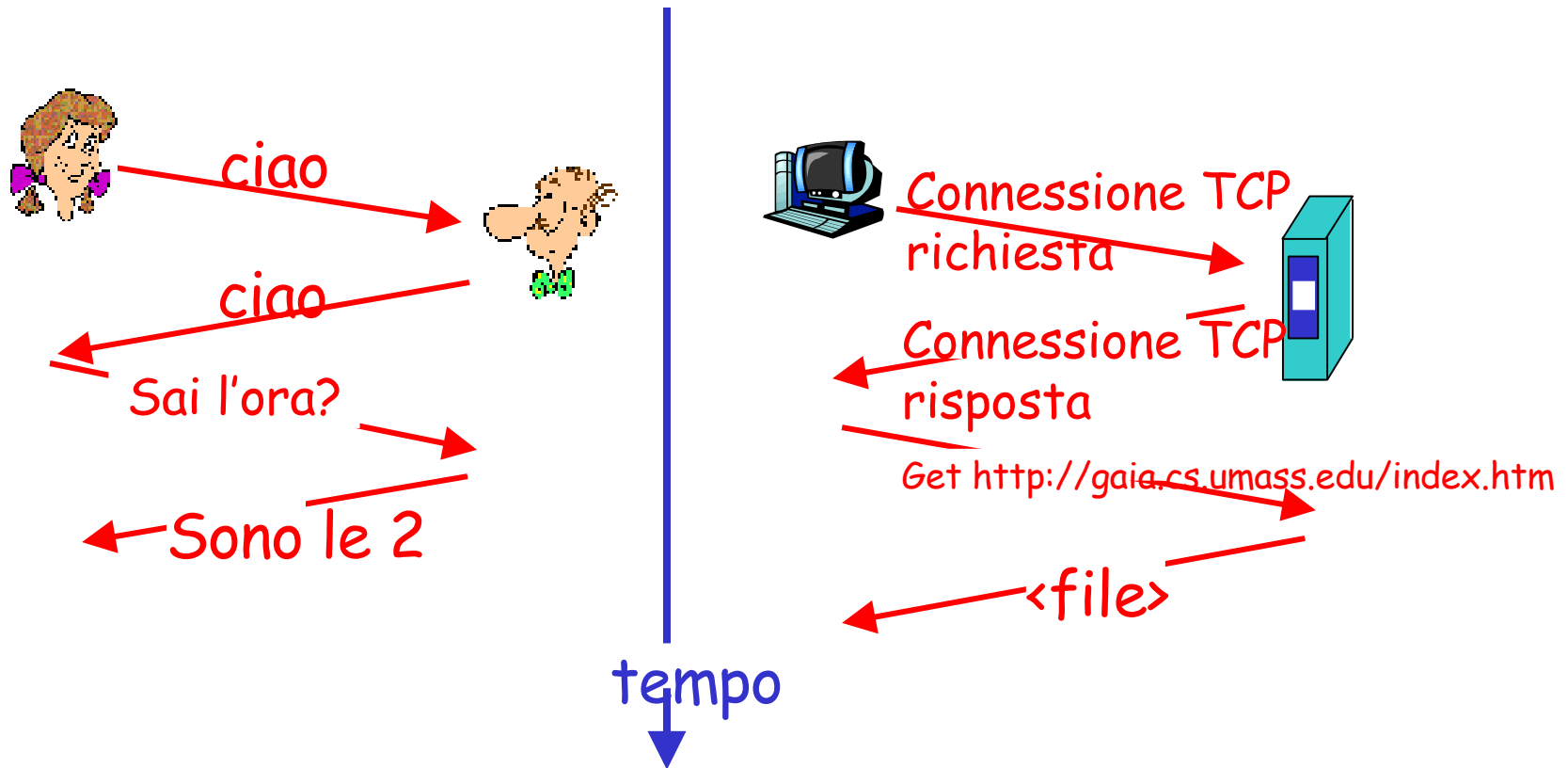
## Protocolli di rete:

- calcolatori invece che persone
- tutte le attività di comunicazione in Internet sono governate da protocolli

*I protocolli definiscono il formato e l'ordine, dei messaggi inviati e ricevuti tra entità della rete e le azioni che vengono fatte per la trasmissione e ricezione dei messaggi*

# Cos'è un protocollo?

Un protocollo umano e protocollo di rete di calcolatori



Domanda: Altri esempi di protocollo umano?

# Sistema postale

utente (scrivere,  
indirizzare lettera)

utente (leggere lettera)

segretaria (tradurre, indirizzare)

segretaria (tradurre, consegnare)

fattorino (raccoglie,  
mandare all'uff. postale)

fattorino (selezionare, distribuire)

postino (smistare i sacchi  
sacchi in relazione  
alla destinazione, portare alla stazione)

postino (smistare le lettere  
a destinazione)

smistamento

smistamento

treno/nave/aereo  
(viaggia verso destinazione)

treno/nave/aereo  
(arriva alla staz. destinazione)

viaggio

- In ogni passo viene specificato un indirizzo, un tipo di messaggio da trasferire ed un protocollo da seguire per il trasferimento

# Indirizzo tipo e protocollo

- ✍ Indirizzo sulla busta, lettera con busta, dalla casa del mittente alla buca delle lettere
- ✍ indirizzo uff. postale locale, sacco di buste, procedura di trasp. sacchi all'ufficio
- ✓ indirizzo uff. postale destinazione, contenitori, procedura di trasferimento (treno)
- ✓ indirizzo destinatario, busta con lettera, dall'uff.postale destinazione alla casa del destinatario
- se cambia il modo di trasporto al punto 3 (implementazione del servizio ad un livello) la cosa rimane trasparente per il resto del sistema



# Sistema postale: altra visione



**Strati:** tipi di dati ed indirizzi

# Perché stratificare?

Trattare con sistemi complessi:

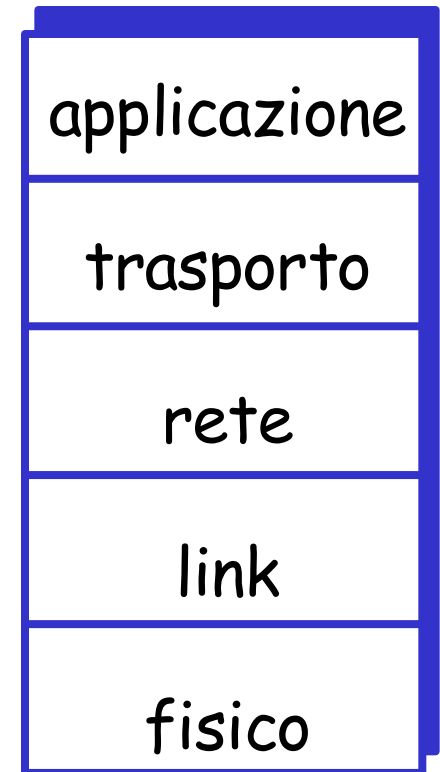
- ❑ la struttura esplicita permette l'identificazione delle relazioni tra gli elementi di un sistema complesso
  - **modello di riferimento** stratificato
- ❑ la modularizzazione facilita la manutenzione e l'aggiornamento del sistema
  - il cambiamento dell'implementazione di un servizio su uno strato rimane trasparente per il resto del sistema
  - es., il cambiamento della procedura di imbarco/sbarco non influisce sul resto del sistema

# Cosa specificare in un protocollo?

- ❑ La *sintassi* di un messaggio
  - che campi contiene?
  - in quale formato?
- ❑ La *semantica* del messaggio
  - cosa significa il messaggio?
  - Es: *not-OK* significa che il ricevitore ha ricevuto il msg corrotto
- ❑ Le *azioni* da intraprendere dopo la ricezione di un msg
  - Es: dopo avere ricevuto *not-OK*, ritrasmettere il msg

# Pila protocollare di Internet

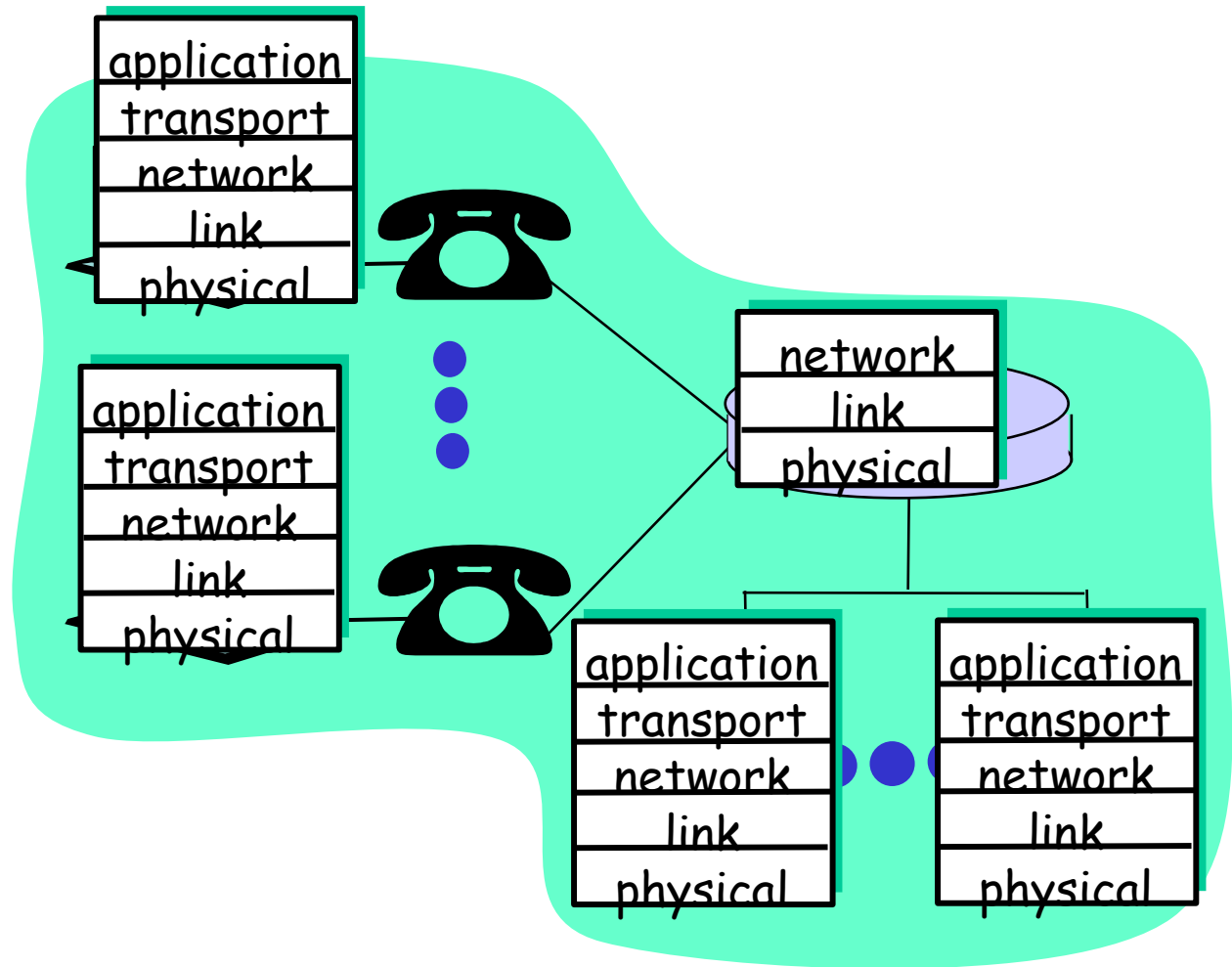
- ❑ **applicazione:** supporta le applicazioni di rete
  - ftp, smtp, http
- ❑ **trasporto:** trasferimento dati host-host
  - tcp, udp
- ❑ **rete:** instradamento dei datagrammi dalla sorgente alla destinazione
  - ip, protocolli di instradamento
- ❑ **link:** trasferimento dati tra elementi di rete vicini
  - ppp, ethernet
- ❑ **fisico:** bit "sul filo"



# Stratificazione: comunicazione logica

Ogni livello:

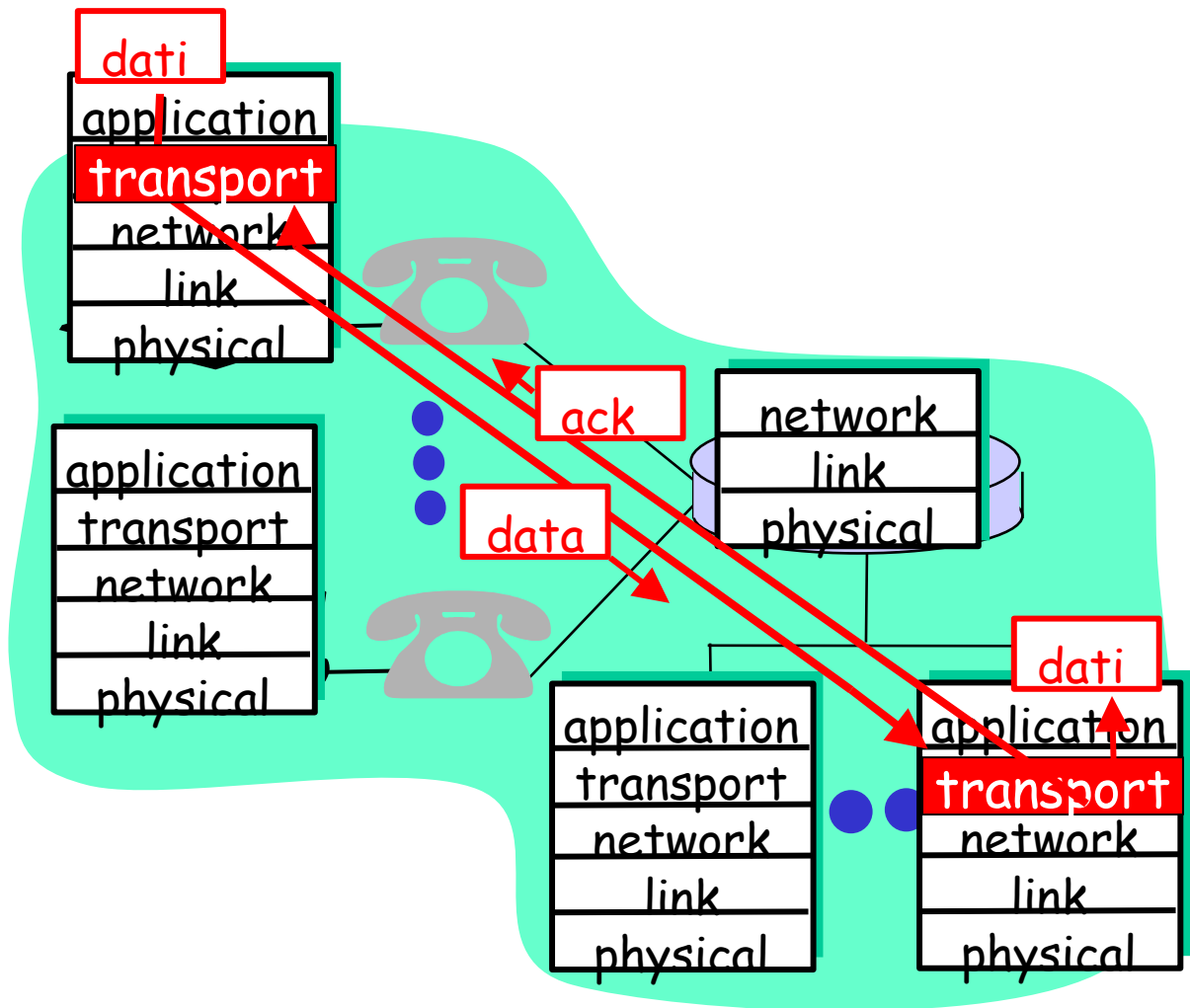
- ❑ distribuito
- ❑ "entità" implementano le funzioni dello strato ad ogni nodo
- ❑ entità compiono azioni, scambiano messaggi tra pari



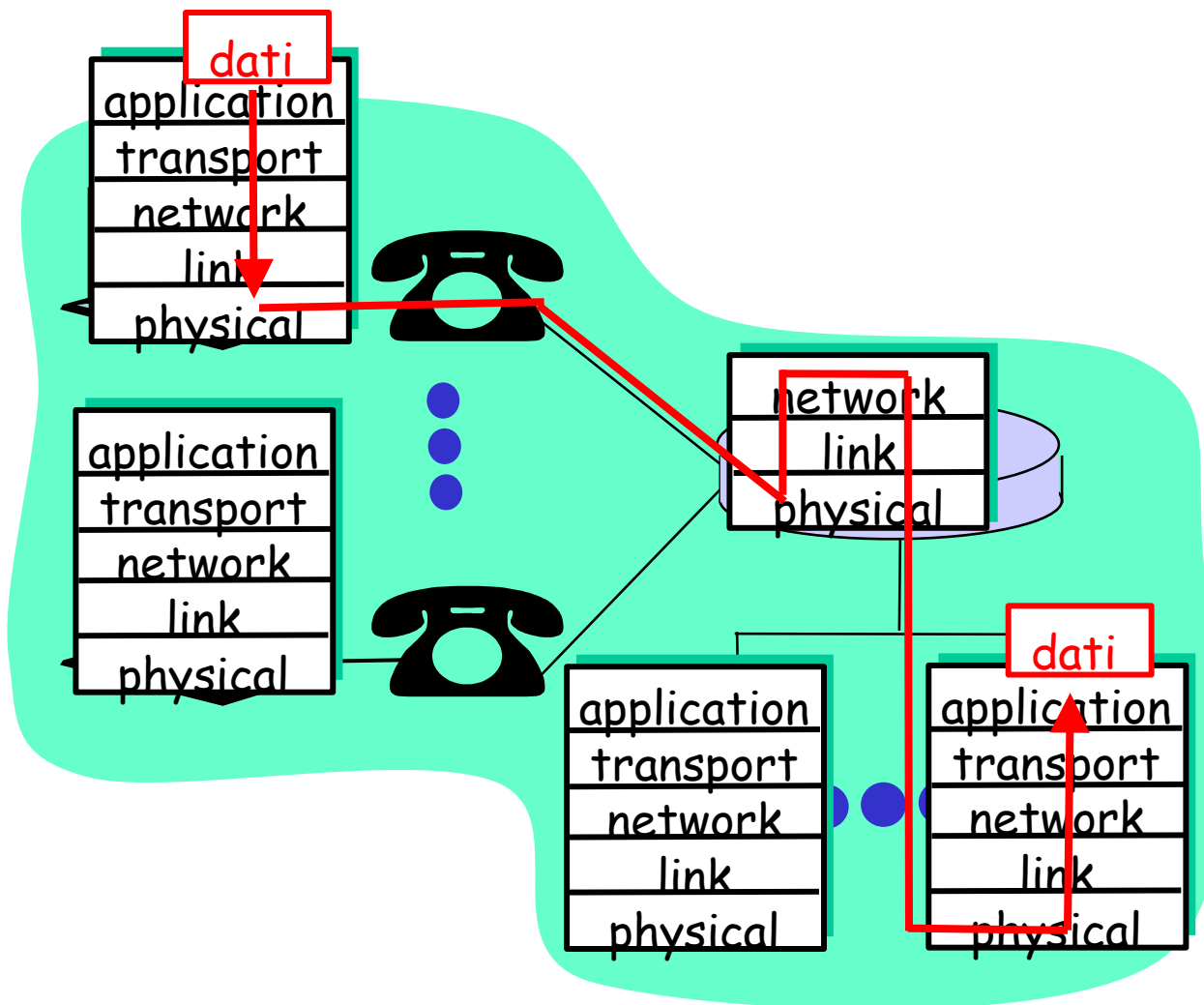
# Stratificazione: comunicazione logica

## Es.: trasporto

- prendono dati dalle applicazioni
- aggiungono gli indirizzi, formano il "datagramma"
- inviano il datagramma al compagno (peer)
- aspettano che il peer dia segnale di ricezione
- analogia: sistema postale



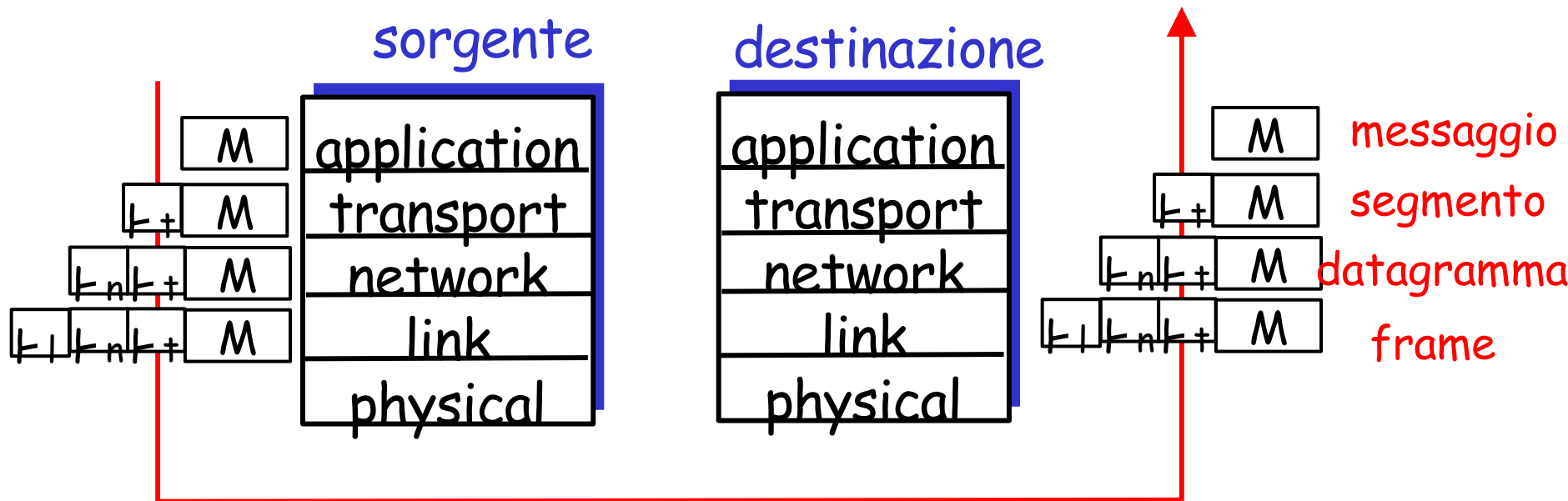
## Stratificazione: comunicazione fisica



# Stratificazione protocollare e dati

Ogni strato prende i dati dallo strato precedente

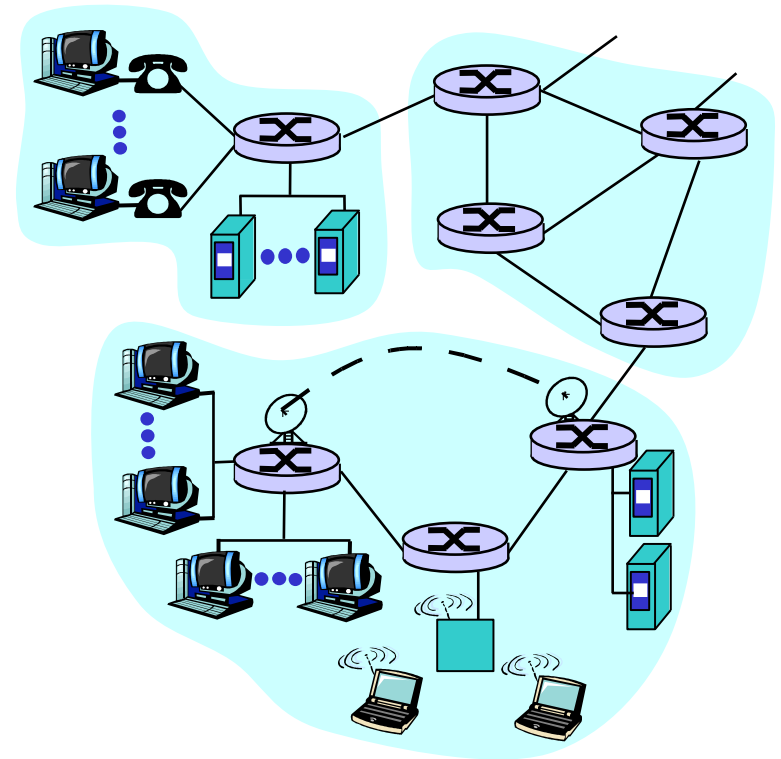
- aggiunge informazioni nell'intestazione (header) per creare una nuova unità di dati (PDU, Packet Data Unit)
- passa il PDU allo strato sottostante





# La struttura della rete più in dettaglio

- ❑ Le estremità della rete: applicazioni e hosts
- ❑ il nucleo della rete:
  - routers
  - rete di reti
- ❑ reti di accesso, mezzi trasmissivi: links di comunicazione



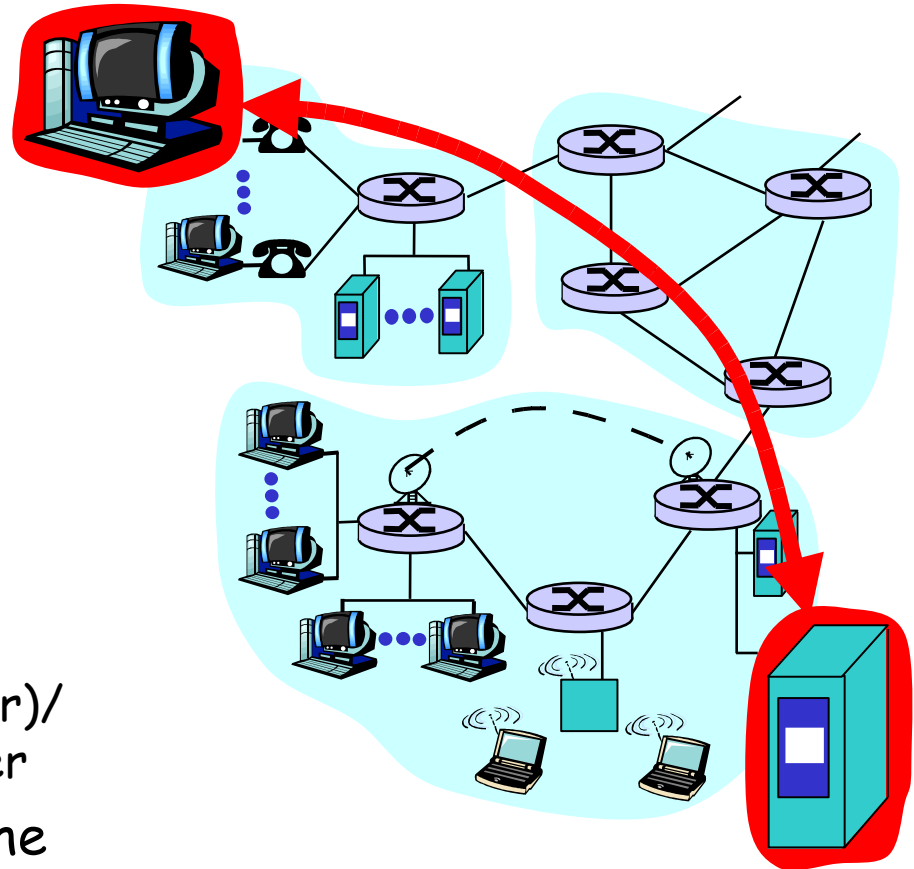
# Le estremità della rete:

## ❑ terminali (hosts):

- fanno girare (ospitano) programmi applicativi
- es., WWW, email
- alle estremità della rete

## ❑ hosts suddivisi in client e server

- il invia richieste, e riceve servizi dal server
  - es., WWW client (browser)/ server; email client/server
- PC agiscono sia da client che da server
- thin client, web tv, etc.



# Estremità della rete: servizio connection-oriented (orientato alla connessione)

- Scopo: trasferire dati tra sistemi terminali
- ❑ *handshaking*: prepara per il successivo trasferimento dei dati
    - Ciao, ciao, protocollo umano
    - *set up dello "stato"* in due hosts comunicanti
  - ❑ TCP - Transmission Control Protocol
    - servizio connection-oriented di Internet

## Servizio TCP [RFC 793]

- ❑ *affidabile, stream di byte ordinato*
  - perdita: acknowledgements e ritrasmissione
- ❑ *controllo di flusso*:
  - il mittente non deve saturare il ricevente
- ❑ *controllo della congestione*:
  - il mittente "rallenta il rate di invio" quando la rete è congestionata

# Estremità della rete: servizio connectionless (senza connessione)

Scopo: trasferire dati tra terminali

- lo stesso di prima!
- **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]: è il servizio connectionless di Internet
  - trasferimento dati non affidabile
  - nessun controllo di flusso
  - nessun controllo della congestione

## Apps che usano TCP:

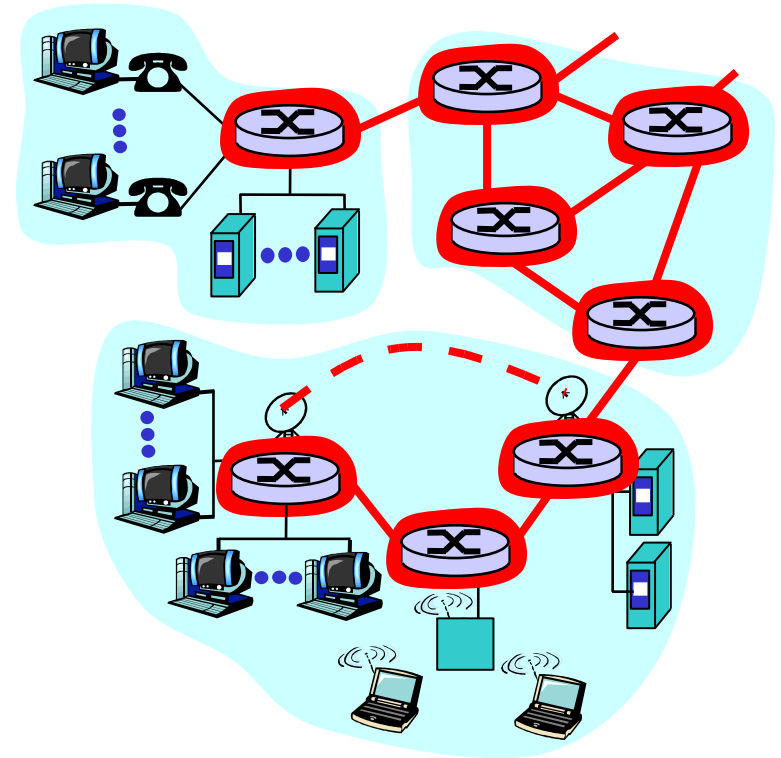
- HTTP (WWW), FTP (trasferimento file), Telnet (login remoto), SMTP (email)

## App's che usano UDP:

- streaming media, teleconferenza, telefonia Internet

# Il nucleo della rete

- ❑ Un reticolato di router interconnessi
- ❑ **la domanda chiave:** come si trasferiscono i dati attraverso la rete?
  - **Commutazione di circuito:** un circuito viene dedicato ad ogni chiamata: rete telefonica
  - **commutazione di pacchetto:** dati inviati attraverso la rete in "pezzi" discreti

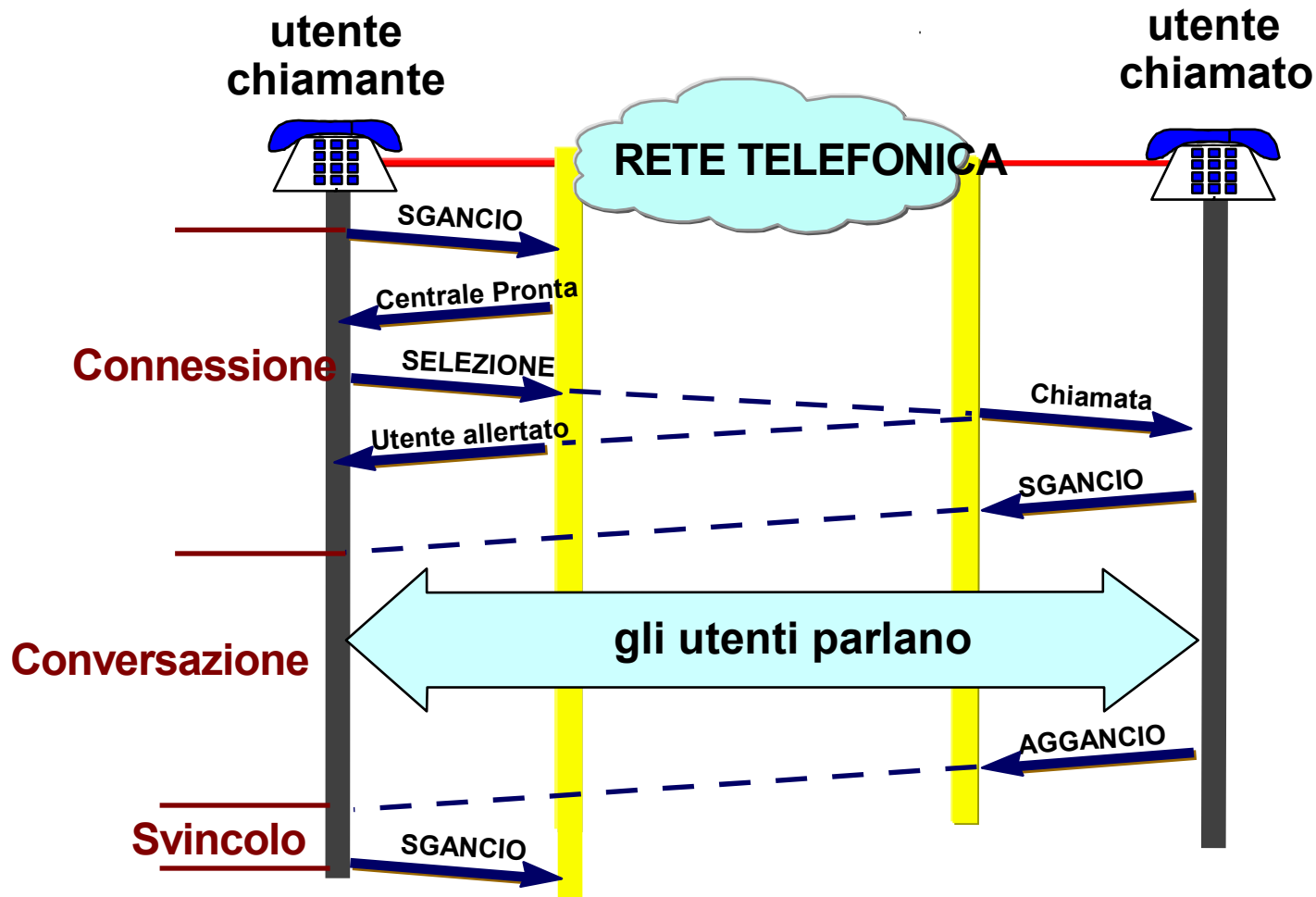


# Nucleo della rete: Commutazione di circuito

Risorse di rete (la larghezza di banda) **viene divisa equamente tra i possibili circuiti attivi supportati dal canale**

- ogni circuito viene allocato per una chiamata
- se le risorse non vengono usate esse sono in attesa (*non c'è condivisione*)

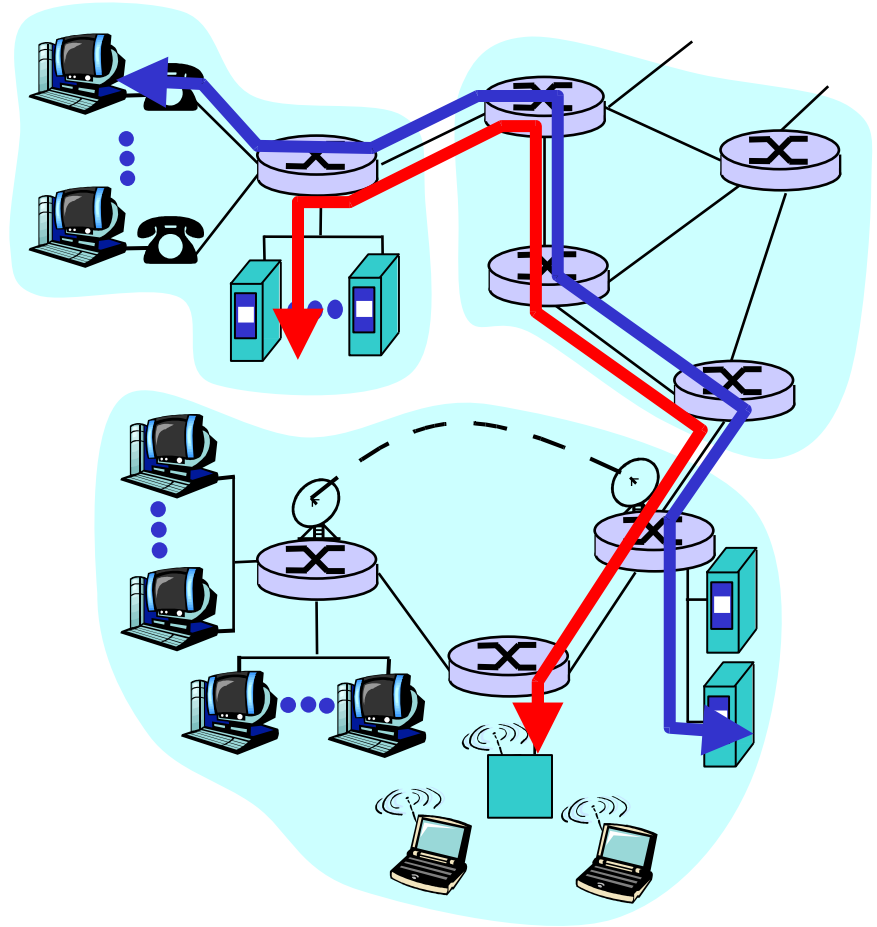
# Esempio: Chiamata telefonica



# Il nucleo della rete: Commutazione di circuito

Risorse end-end  
riservate per la  
"chiamata"

- ❑ banda del canale, buffer
- ❑ risorse dedicate: nessuna condivisione
- ❑ prestazioni (garantite) di tipo circuito
- ❑ è richiesto il set-up della "chiamata"





# Nucleo della rete: Commutazione di pacchetto

Ogni flusso di dati end-end viene suddiviso in *pacchetti*

- ❑ i pacchetti di più utenti *condividono* le risorse di rete
- ❑ ogni pacchetto usa la banda completa di un link di trasmissione
- ❑ le risorse vengono usate *secondo bisogno*,

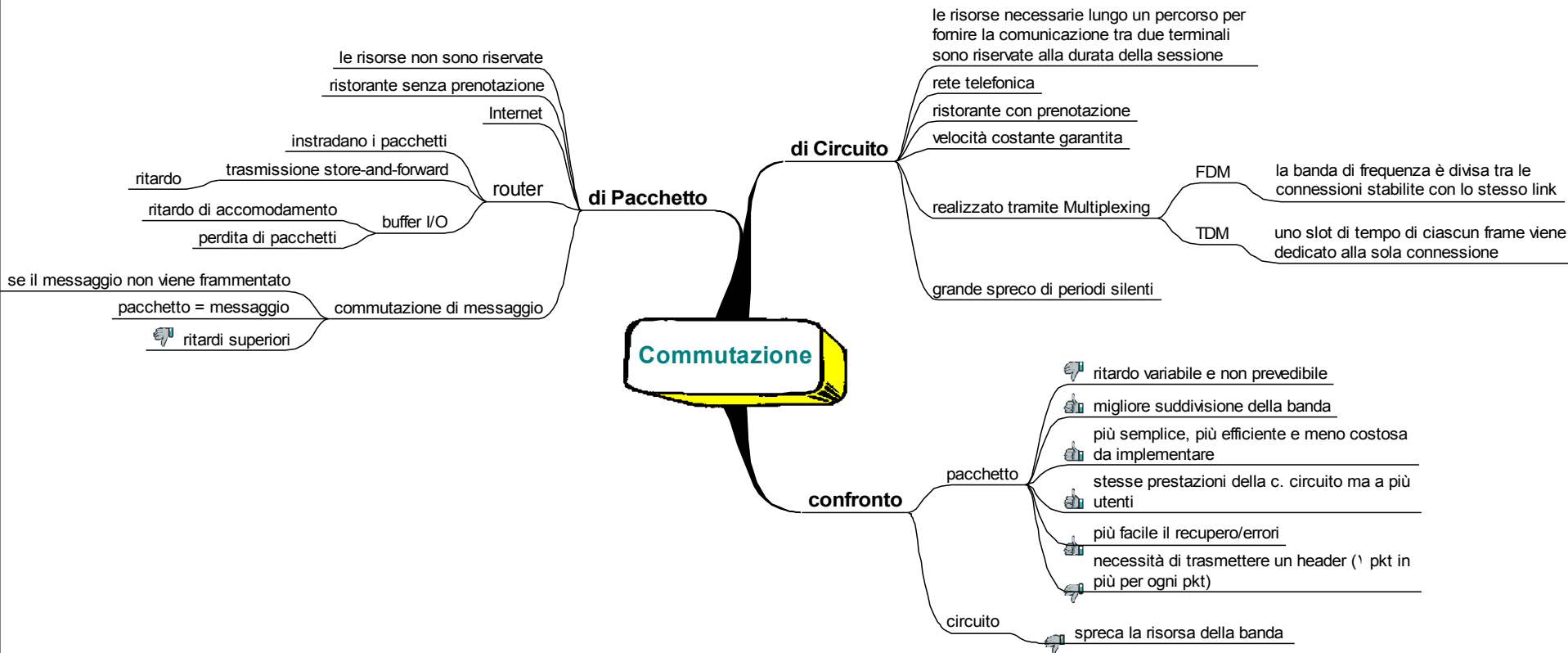
**Contesa sulle risorse:**

- ❑ la domanda di uso delle risorse può sorpassare la disponibilità di queste
- ❑ congestione: coda di pacchetti, attesa per l'uso del canale
- ❑ *store and forward*: i pacchetti percorrono un pezzetto alla volta
  - vengono trasmessi da un link
  - aspettano il loro turno per l'uso del link successivo

# Commutazione di pacchetto e commutazione di circuito

La commutazione di pacchetto è

- Perfetta per dati a "burst"
  - permette la condivisione risorse
  - non è richiesto il setup della "chiamata"
- **Congestione eccessiva:** provocano il ritardo e la perdita di pacchetti
  - sono necessari protocolli per l'affidabile trasferimento di dati ed il controllo della congestione



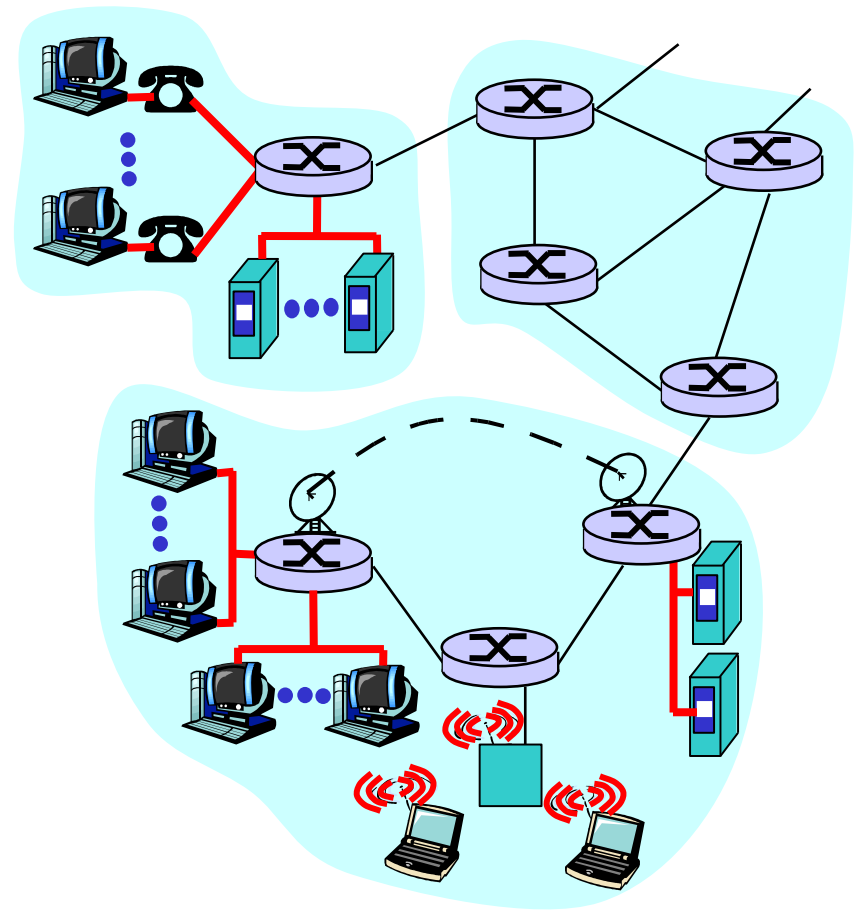
# Reti a commutazione di pacchetto: routing

- ❑ Scopo: muovere pacchetti tra i routers dalla sorgente alla destinazione
- ❑ dipendentemente da come instradano i pkt, le reti sono:
  - **rete a circuito virtuale**:
    - *ogni pacchetto contiene un'etichetta (identificativo del circuito virtuale), che determina il passaggio successivo*
    - *i cammini fissati determinati al momento del setup della chiamata, rimangono fissi per tutta la chiamata*
    - *routers mantengono informazioni sullo stato stato per ogni chiamata*
  - **rete a datagramma**:
    - *l'indirizzo di destinazione determina il passaggio successivo*
    - *le strade possono cambiare durante la sessione*
    - *analogia: guidare, chiedere indicazioni*

# Rete di accesso e mezzi trasmissivi

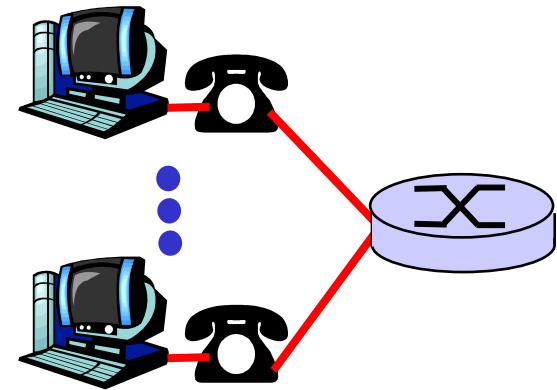
*? : come connettere un terminale con un router di estremità?*

- ❑ Reti per l'accesso residenziale
- ❑ reti per l'accesso istituzionale (scuole, università, etc.)
- ❑ reti per l'accesso mobile



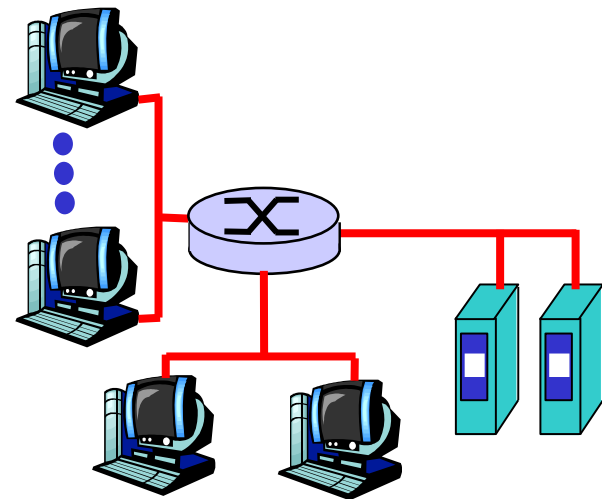
# Accesso residenziale: accesso punto-punto

- ❑ **Dialup con modem**
  - fino a 56Kbps di accesso diretto al router (teoricamente)
- ❑ **ISDN: Integrated Services Digital Network**: 128Kbps  
connessione interamente digitale al router
- ❑ **ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line**
  - fino a 1 Mbps casa-router
  - fino a 8 Mbps router-casa



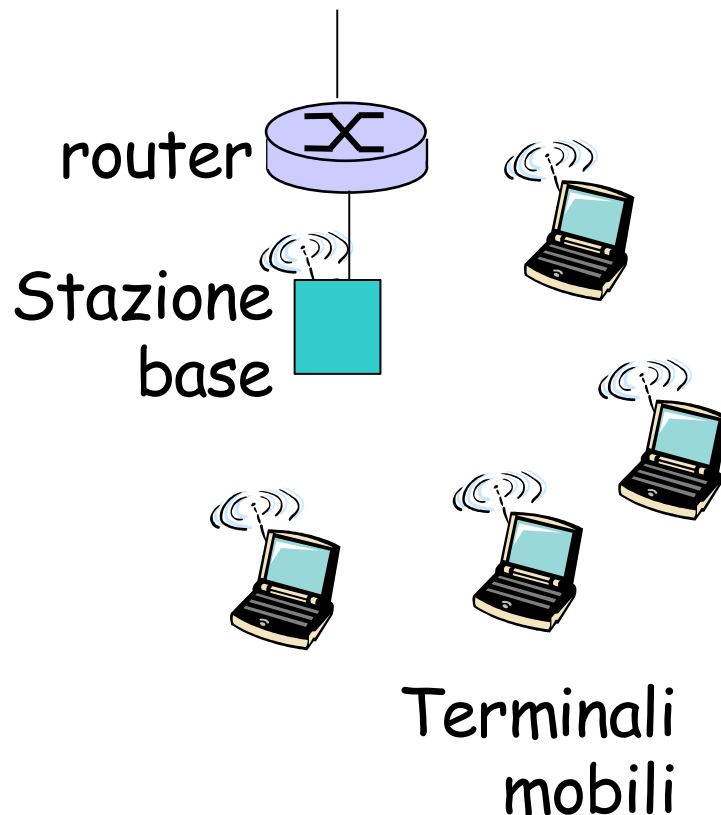
# Accesso istituzionale: Local Area Networks

- **local area network (LAN)**  
delle aziende/univ  
collegano terminali con  
router esterni
- **molte tecnologie LAN**
  - **Ethernet:**
    - doppino di rame o cavo coassiale
    - cavo condiviso o dedicato che collega terminali e router
    - 10 Mbs, 100Mbps, Gigabit Ethernet



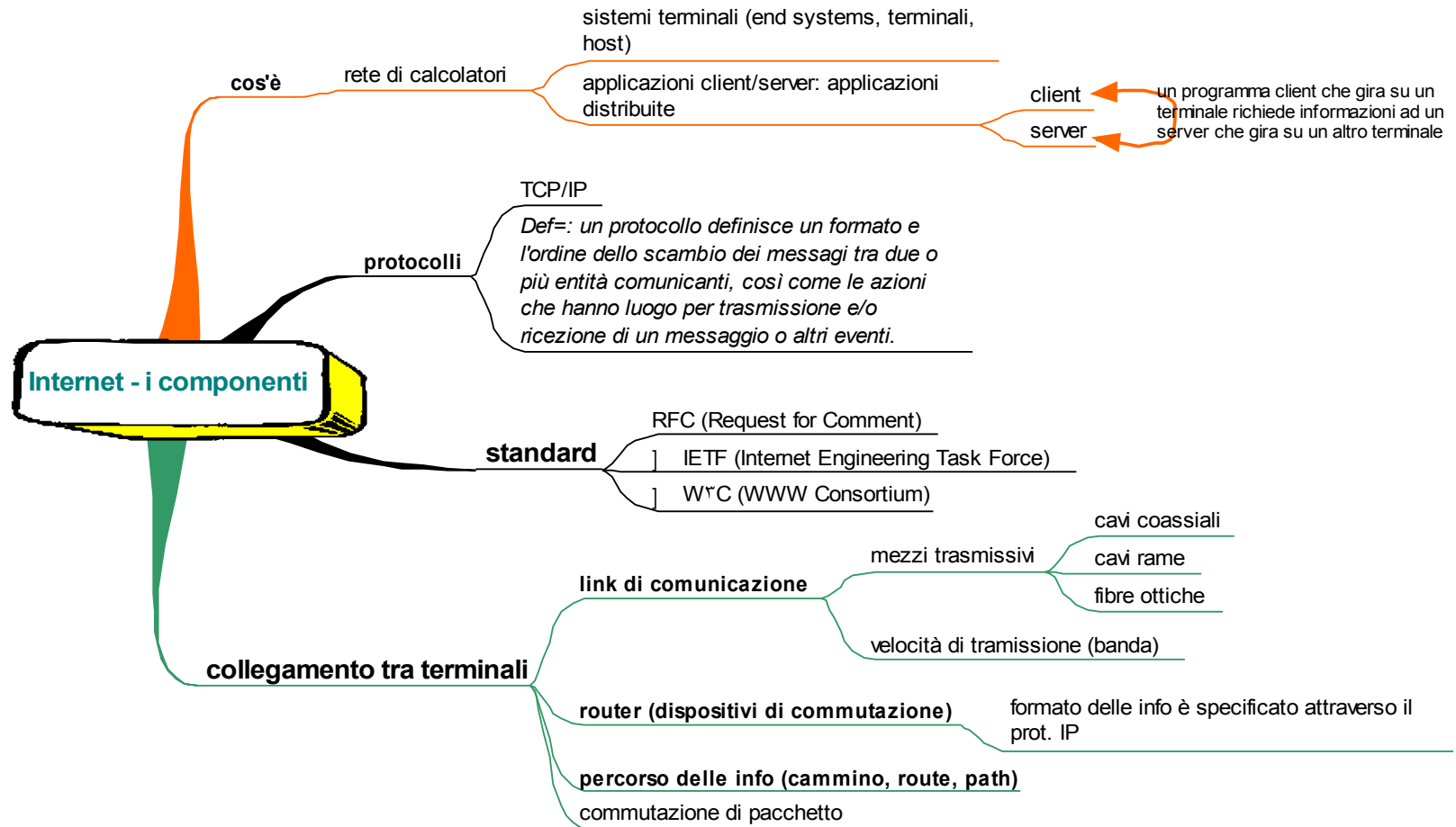
# Reti di accesso wireless

- ❑ Rete di accesso wireless condiviso  
connette terminali e router
- ❑ **wireless LANs:**
  - la banda radio sostituisce il cavo
- ❑ **accesso wireless aree vaste**
  - CDPD: accesso wireless al router ISP via rete cellulare





# Cos'è Internet: visione "dei componenti"



# Cos'è Internet: visione "dei servizi"

