

PF30-PF60  
Didattica e Laboratorio  
di Reti di Elaboratori  
Lezione -1-

Fausto Marcantoni  
[fausto.marcantoni@unicam.it](mailto:fausto.marcantoni@unicam.it)

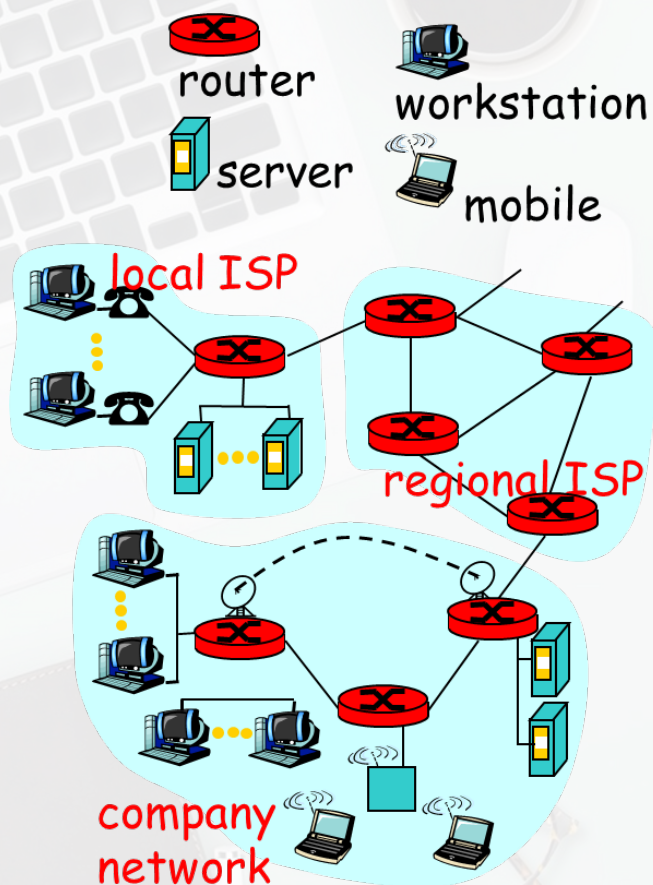
## Obiettivo del corso:

Avere una visione d'insieme del “networking”

approccio:

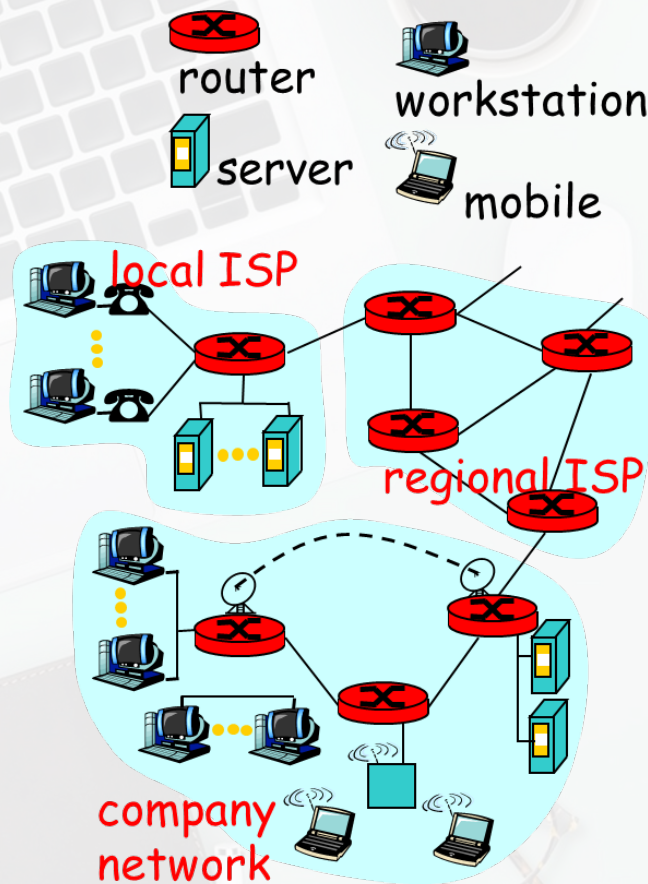
- Descrittivo
- Usare metodologia Internet come “paradigma”

# Cosa è Internet in termini pratici (1/3)



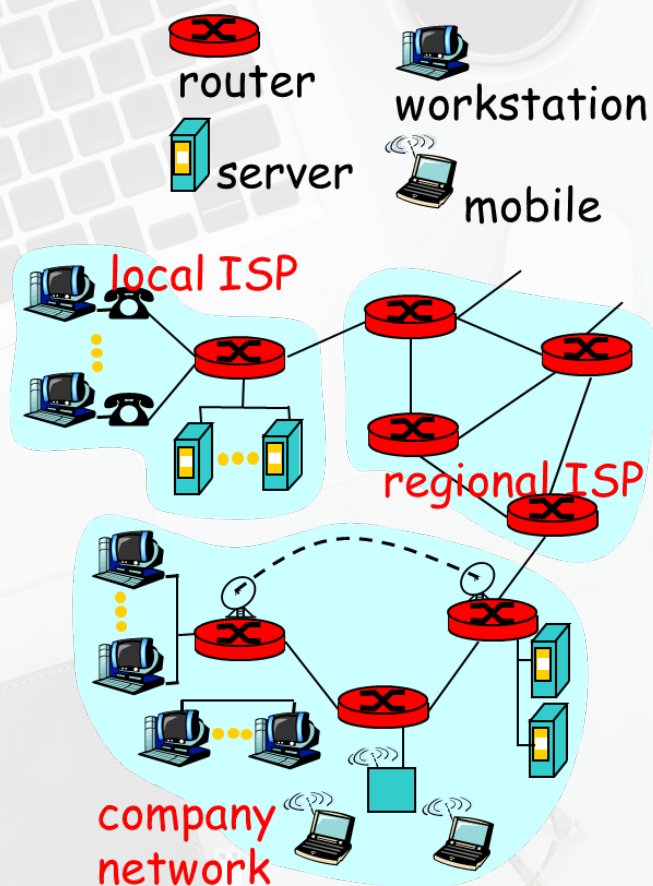
- Una rete che collega tra loro una molteplicità di unità di calcolo sparse geograficamente
- Unità di calcolo → PC – workstation – host - end system – terminali - ...
- Link di comunicazione collegano tra di loro i terminali con velocità (larghezza di banda ) differenti
- I terminali normalmente non sono collegati direttamente tra loro ma indirettamente attraverso dispositivi di commutazione (router)
- Un router preleva un pezzo di informazione (pacchetto) che arriva in ingresso e lo reindirizza su uno dei link di uscita

## Cosa è Internet in termini pratici (2/3)



- L'itinerario compiuto dal pacchetto è conosciuto come **route** o **path** attraverso la rete
- Non esiste un percorso dedicato fra i terminali, ma più terminali condividono un intero cammino o parte di esso (**commutazione di pacchetto**)
- I terminali accedono ad Internet attraverso gli **Internet Service Provider (ISP)** che si interconnettono tra di loro
- Ogni **ISP costituisce un rete di router** e link e consente l'accesso ai privati in una molteplicità di forme

## Cosa è Internet in termini pratici (3/3)



- I terminali come altri parti di Internet eseguono **protocolli** che controllano l'invio e la ricezione (**TCP-IP**)
- La **internet pubblica** è quella a cui ci si riferisce normalmente, ma esistono una infinità di reti private che usando gli stessi hardware e software della pubblica vengono chiamate **INTRANET**
- A livello tecnico internet è resa possibile dalla **creazione**, dalla **prova** e dall'**implementazione** di standard sviluppati da **IETF** ([Internet Engineering Task Force](#))
- I documenti degli standard sono chiamati **RFC** (**Request For Comment**)

# Componenti di base di Internet

- **network edge** (sezione di accesso):

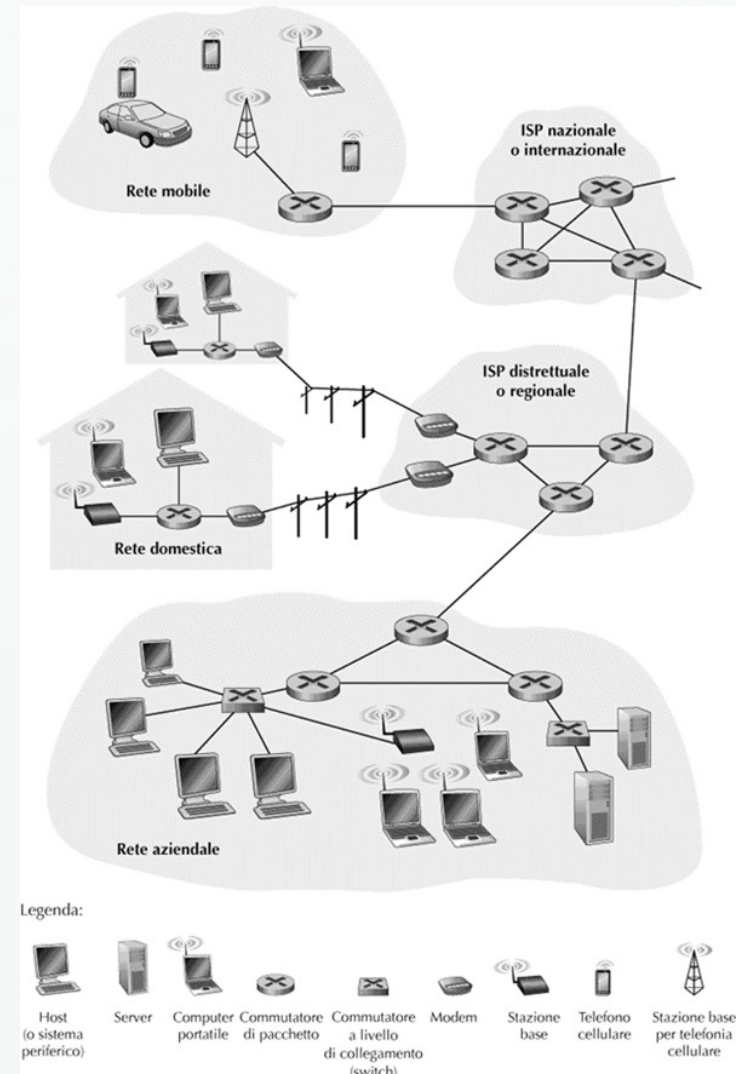
- applicazioni
- host

- **network core:**

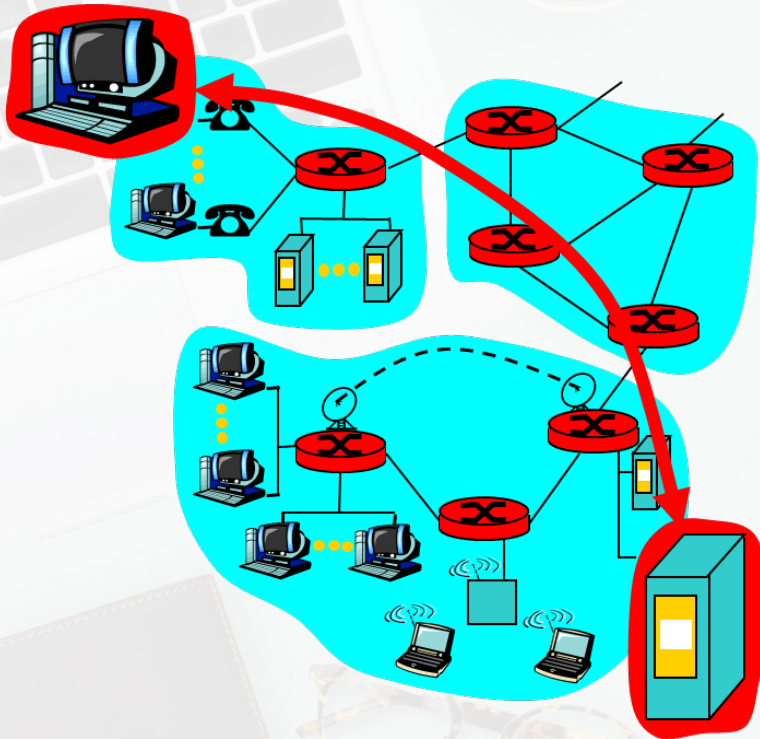
- routers
- network of networks

- **physical media:**

- communication links
- cabling



# The network edge



## end systems (hosts)

- run application programs
- e.g. Web, email
- at "edge of network"

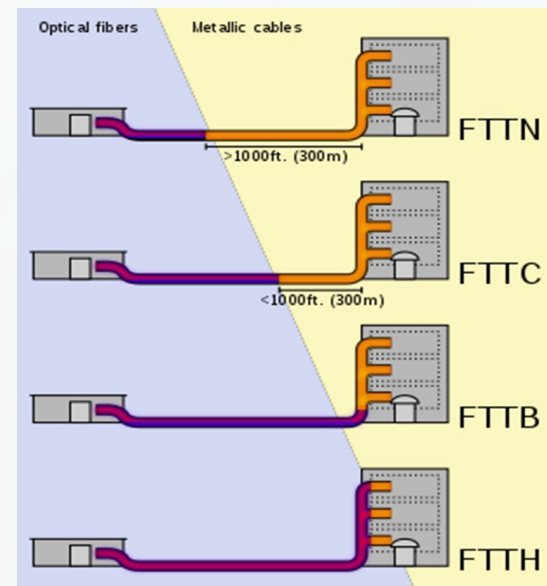
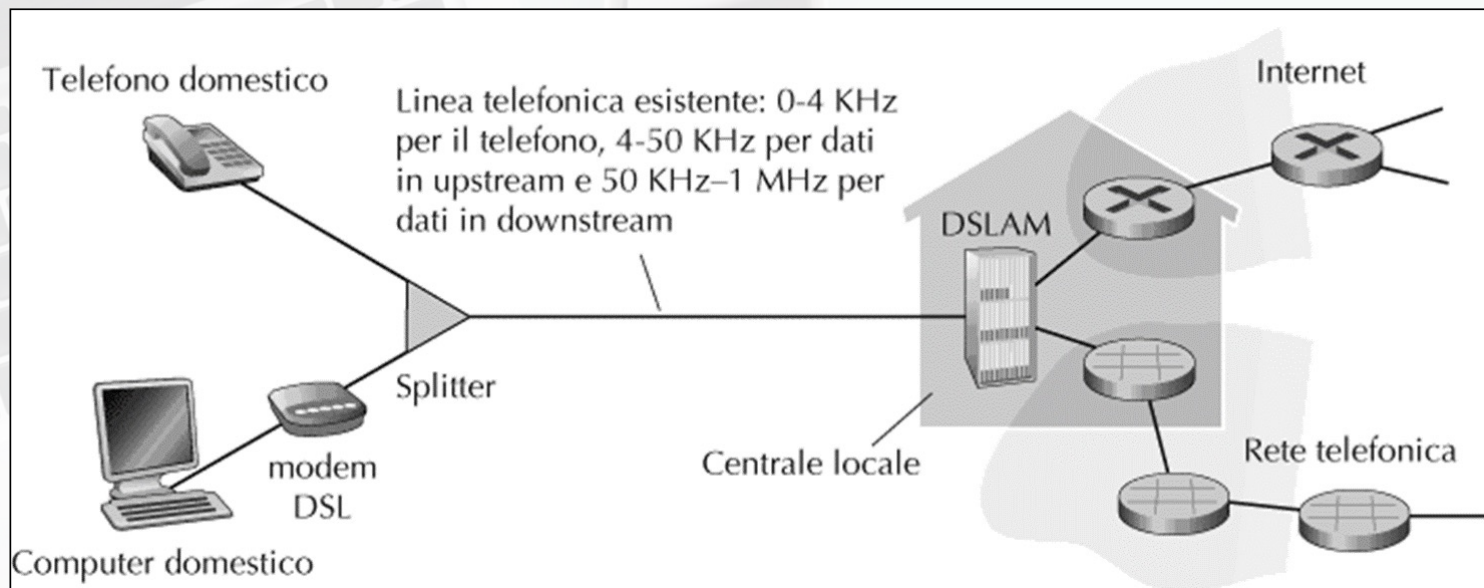
### ■ client/server model

- client host requests, receives service from always-on server
- e.g. Web browser/server; email client/server

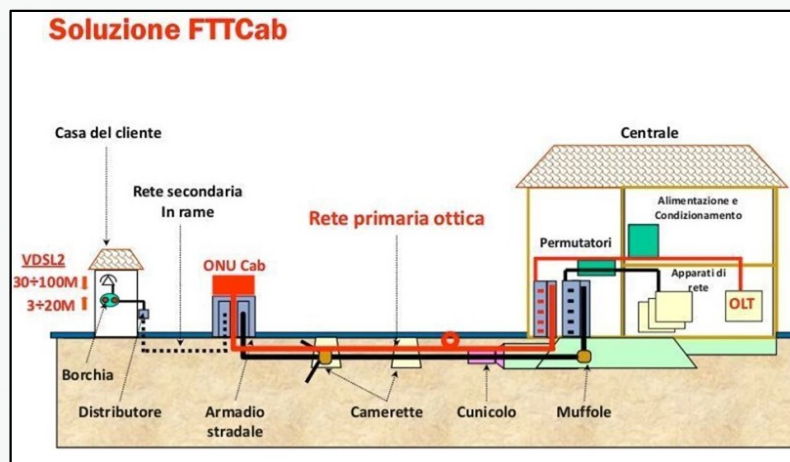
### ■ peer to peer model:

- minimal (or no) use of dedicated servers
- e.g. Gnutella, KaZaA, WinMX, emule, torrent, ...
- *Every machine can be a client and a server, both. Thus all machines are peers of each other.*

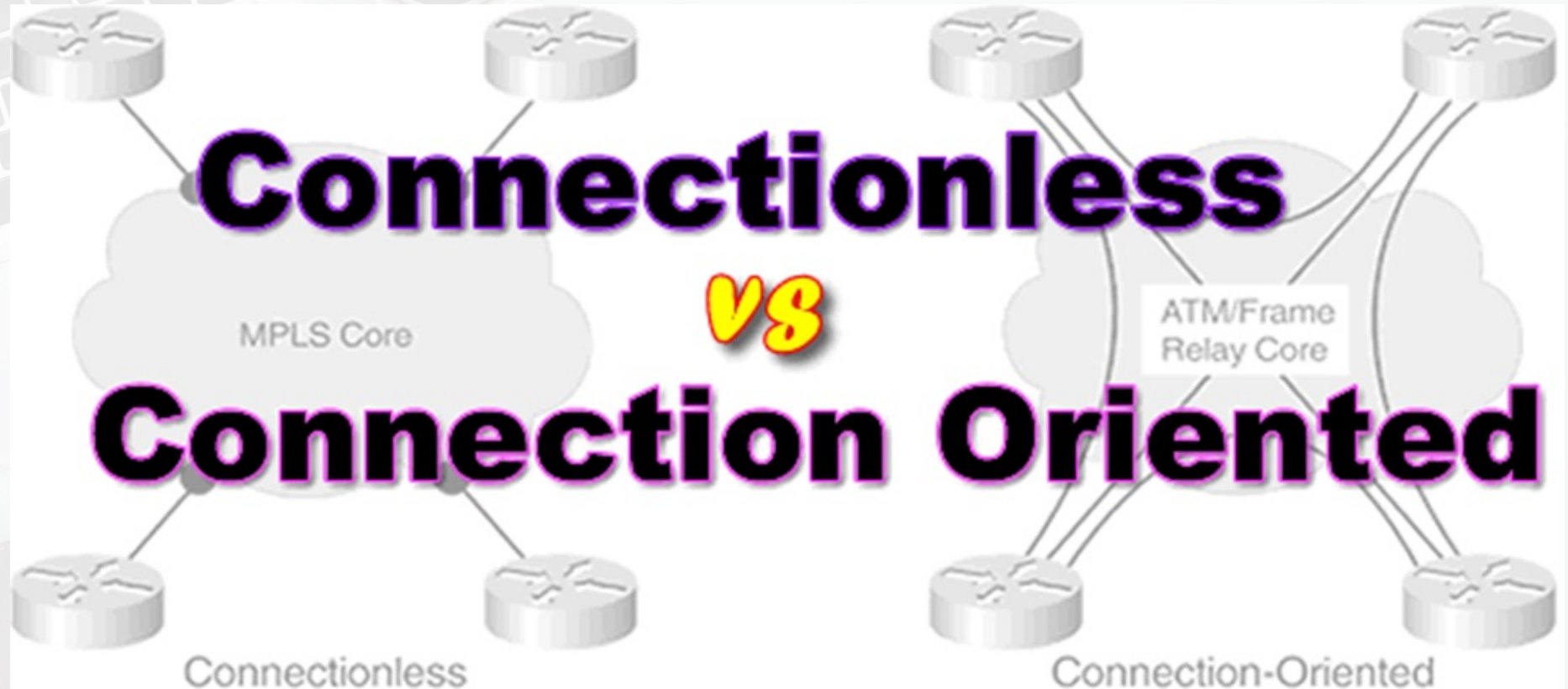
# The network edge: a casa vostra



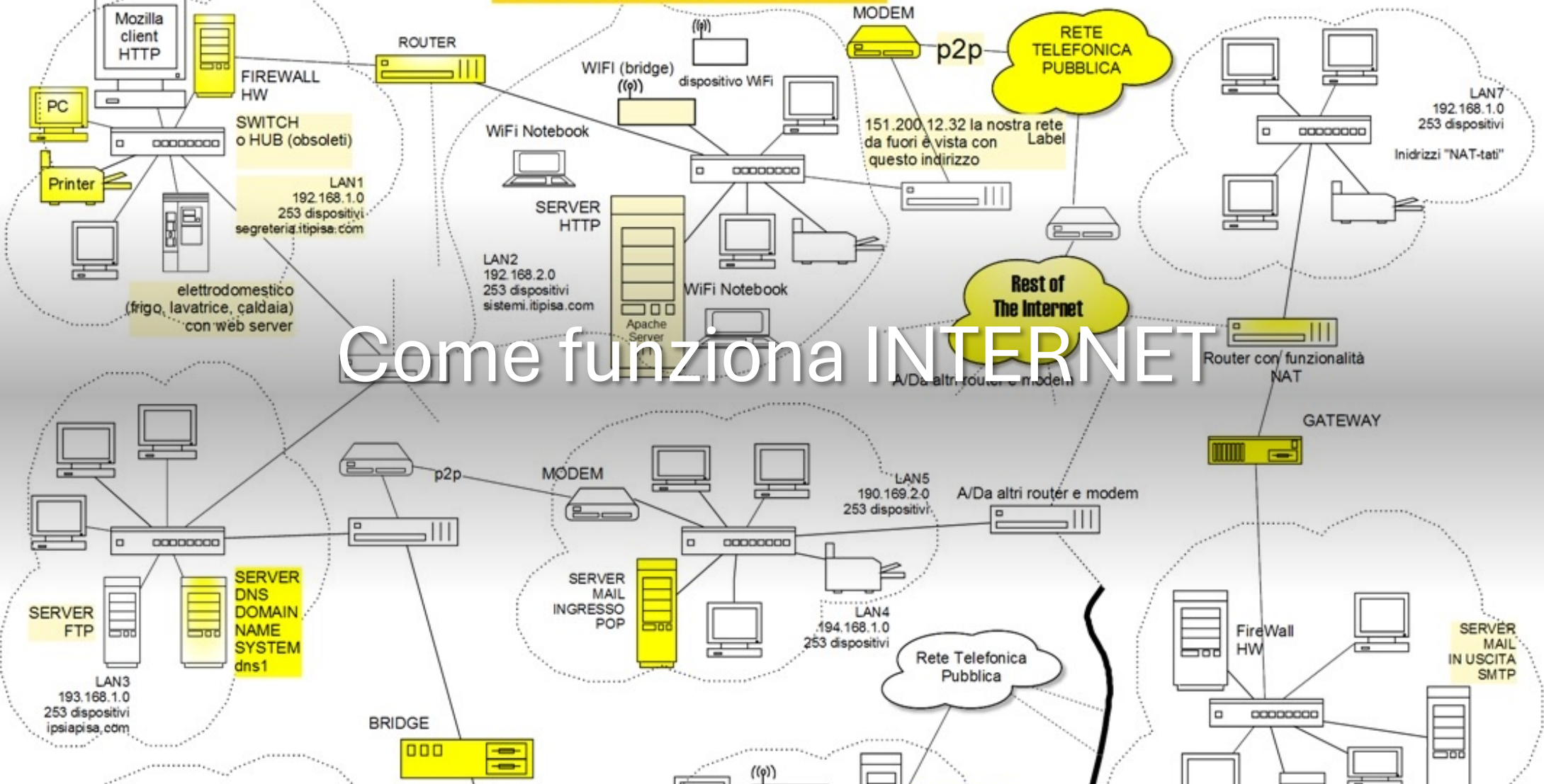
Il **DSLAM** (Digital **subscriber line** access multiplex) è un moltiplicatore digitale che raccoglie le varie linee Adsl e le moltiplica su un canale di comunicazione a **velocità** maggiore: questo può essere nella maggior parte dei casi un **Virtual Path ATM** (*Asynchronous Transfer Mode*), oppure un canale **SDH** (*Synchronous Digital Hierarchy*) o un canale **Ethernet**







# LA STRUTTURA DI INTERNET



# Come funziona INTERNET

# IETF - RFC



[IETF \(Internet Engineering Task Force\)](#)

RFC Editor

<https://www.rfc-editor.org/>

## RFC Editor

**RFC Number (or Subseries Number):**

**Title/Keyword:**

Show Abstract  Show Keywords

**Additional Criteria** ⌵

**Status:**  Any  
 Standards Track ::  ⌵  
 Best Current Practice  
 Informational  
 Experimental  
 Historic  
 Unknown

**Publication Date:**  ⌵

**From**  ⌵  ⌵

**To**  ⌵  ⌵

**Stream:**  ⌵

**Area:**  ⌵

**WG Acronym:**

**Author (surname):**

**Abstract contains:**

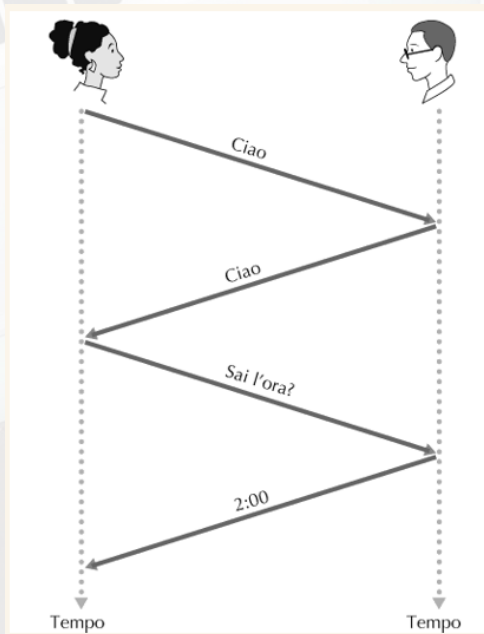
127 Results (Show 20 | All)

Number	Files	Title	Authors	Date	More Info	Status
<a href="#">RFC 20</a> a.k.a. <a href="#">STD 80</a>	<a href="#">ASCII</a> , <a href="#">PDF</a> , <a href="#">PDF with Images</a> , <a href="#">HTML</a> , <a href="#">HTML with inline errata</a>	<b>ASCII format for network interchange</b>	V.G. Cerf	October 1969	<a href="#">Errata</a>	Internet Standard (changed from Unknown January 2015)
<a href="#">RFC 768</a> a.k.a. <a href="#">STD 6</a>	<a href="#">ASCII</a> , <a href="#">PDF</a> , <a href="#">HTML</a>	<b>User Datagram Protocol</b>	J. Postel	August 1980		Internet Standard
<a href="#">RFC 791</a> part of <a href="#">STD 5</a>	<a href="#">ASCII</a> , <a href="#">PDF</a> , <a href="#">HTML</a> , <a href="#">HTML with inline errata</a>	<b>Internet Protocol</b>	J. Postel	September 1981	<a href="#">Errata</a> , Obsoletes <a href="#">RFC 760</a> , Updated by <a href="#">RFC 1349</a> , <a href="#">RFC 2474</a> , <a href="#">RFC 6864</a>	Internet Standard
<a href="#">RFC 792</a> part of <a href="#">STD 5</a>	<a href="#">ASCII</a> , <a href="#">PDF</a> , <a href="#">HTML</a> , <a href="#">HTML with inline errata</a>	<b>Internet Control Message Protocol</b>	J. Postel	September 1981	<a href="#">Errata</a> , Obsoletes <a href="#">RFC 777</a> , Updated by <a href="#">RFC 950</a> , <a href="#">RFC 4884</a> , <a href="#">RFC 6633</a> , <a href="#">RFC 6918</a>	Internet Standard
<a href="#">RFC 793</a>	<a href="#">ASCII</a> , <a href="#">PDF</a> , <a href="#">HTML</a> , <a href="#">HTML with inline errata</a>	<b>Transmission Control Protocol</b>	J. Postel	September 1981	<a href="#">Errata</a> , Obsoletes <a href="#">RFC 761</a> , Obsoleted by <a href="#">RFC 9293</a> , Updated by <a href="#">RFC 1122</a> , <a href="#">RFC 3168</a> , <a href="#">RFC 6093</a> , <a href="#">RFC 6528</a>	Internet Standard
<a href="#">RFC 821</a> part of <a href="#">STD 10</a>	<a href="#">ASCII</a> , <a href="#">PDF</a> , <a href="#">HTML</a>	<b>Simple Mail Transfer Protocol</b>	J. Postel	August 1982	Obsoletes <a href="#">RFC 788</a> , Obsoleted by <a href="#">RFC 2821</a>	Internet Standard

### Scope of Internet Protocol

The internet protocol is specifically limited in scope to provide the functions necessary to deliver a package of bits (an internet datagram) from a source to a destination over an interconnected system of networks. There are no mechanisms to augment end-to-end data reliability, flow control, sequencing, or other services commonly found in host-to-host protocols. The internet protocol can capitalize on the services of its supporting networks to provide various types and qualities of service.

# Network edge: connection-oriented service



**obbiettivo:** trasferire dati tra due sistemi  
(end-system)

- *Handshaking* – stretta di mano
- setup (prepare for) data transfer ahead of time
  - Ciao....., esempio di protocollo tra umani
  - *set up “state”*
    - Inizio di una comunicazione tra due sistemi
- TCP - Transmission Control Protocol
  - Internet’s connection-oriented service

## Network edge: connection-oriented service

### connection-oriented service

TCP service [RFC 793] → [RFC 9293]

<http://www.ietf.org/rfc/rfc0793.txt?number=793>

<https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc9293.html>

- *reliable* (**affidabilità**), in-order byte-stream data transfer
  - loss: acknowledgements and retransmissions
- *flow control* (**controllo di flusso**):
  - sender won't overload receiver
- *congestion control* (**controllo della congestione**):
  - senders “slow down sending rate” when network congested

# Network edge: connectionless service

## connectionless service



**obbiettivo:** trasferire dati tra due sistemi  
(end-system)

- same as before!
  - No *Handshaking*
  - *set up "state"*
- 
- UDP - User Datagram Protocol
    - Internet's connectionless service

# Network edge: connectionless service

## connectionless service

- **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]

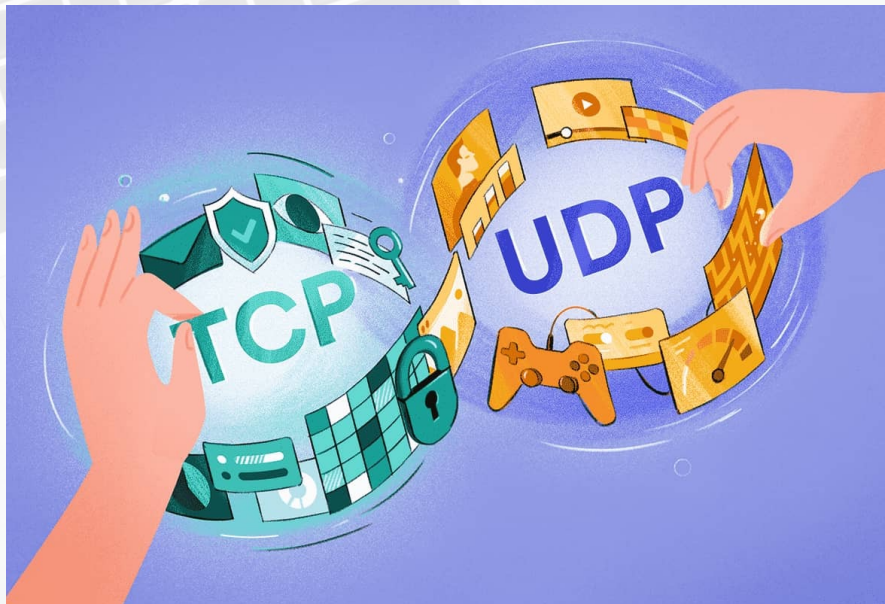
<http://www.ietf.org/rfc/rfc0768.txt?number=768>



- Internet's connectionless service
  - unreliable data transfer
  - no flow control
  - no congestion control



## Network edge: connection service



### Applications using TCP:

- HTTP (Web)
- FTP (file transfer)
- Telnet - SSH (remote login)
- SMTP (email)
- DNS (zone transfer)

### Applications using UDP:

- Streaming media
- Teleconferencing
- DNS
- VOIP - Internet telephony
- RIP - routing protocol
- NFS - network file system
- SNMP (Simple Network Management Protocol)

# The Network Core

Come i dati sono trasferiti attraverso la rete

## **circuit switching:**

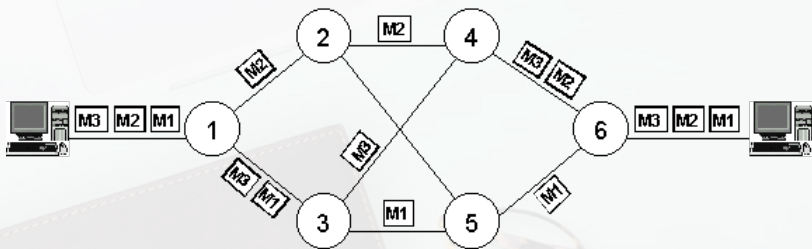
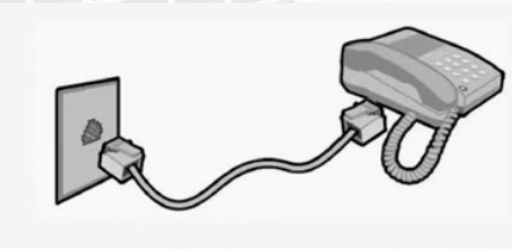
dedicated circuit per call: telephone net

## **packet-switching:**

data sent thru net in discrete “chunks”

- ✓ Internet è una rete "mesh"
- ✓ Ogni nodo è a sua volta collegato ad altri nodi.
- ✓ Se uno di essi dovesse venir meno, i nodi vicini cercano altri percorsi per trasmettere il segnale





- **Commutazione di Circuito (circuit switching)**
  - ✓ Le risorse necessarie lungo un percorso (buffer, link a larga banda) sono riservate per la durata della sessione.
  - ✓ Velocità di **trasmissione costante** nelle maglie della rete per tutta la durata del collegamento.
  
- **Commutazione di Pacchetto (packet switching)**
  - ✓ Risorse a richiesta (mettersi in coda per accedere al link di comunicazione)
  - ✓ Link congestionato → attesa

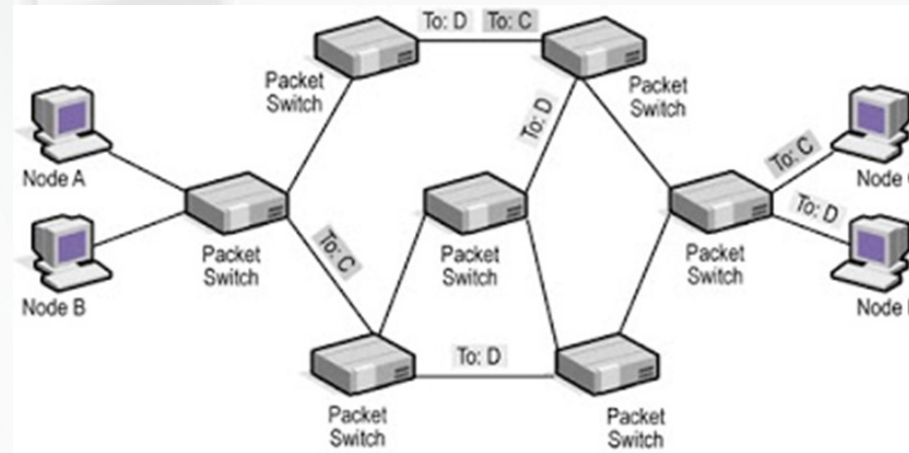
## best effort

Internet fa del suo meglio per inviare i dati in tempo quasi reale, ma non fornisce alcuna garanzia che ciò avvenga. Questa modalità di funzionamento è detta ***best effort***.



**BEST EFFORT**

# Packet Switching



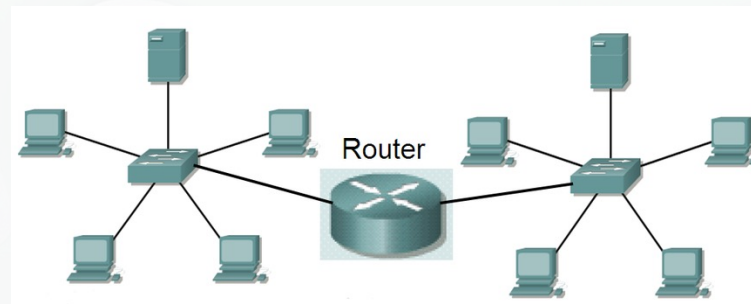
Le applicazioni scambiano messaggi suddivisi in **pacchetti** che viaggiano attraverso collegamenti e **commutatori di pacchetto**  
→ **ROUTER (instradatori)**

I pacchetti vengono trasmessi su ogni link ad una frequenza pari alla **frequenza di trasmissione** del link

La sequenza dei pacchetti di A e di B **non segue alcun ordine** periodico

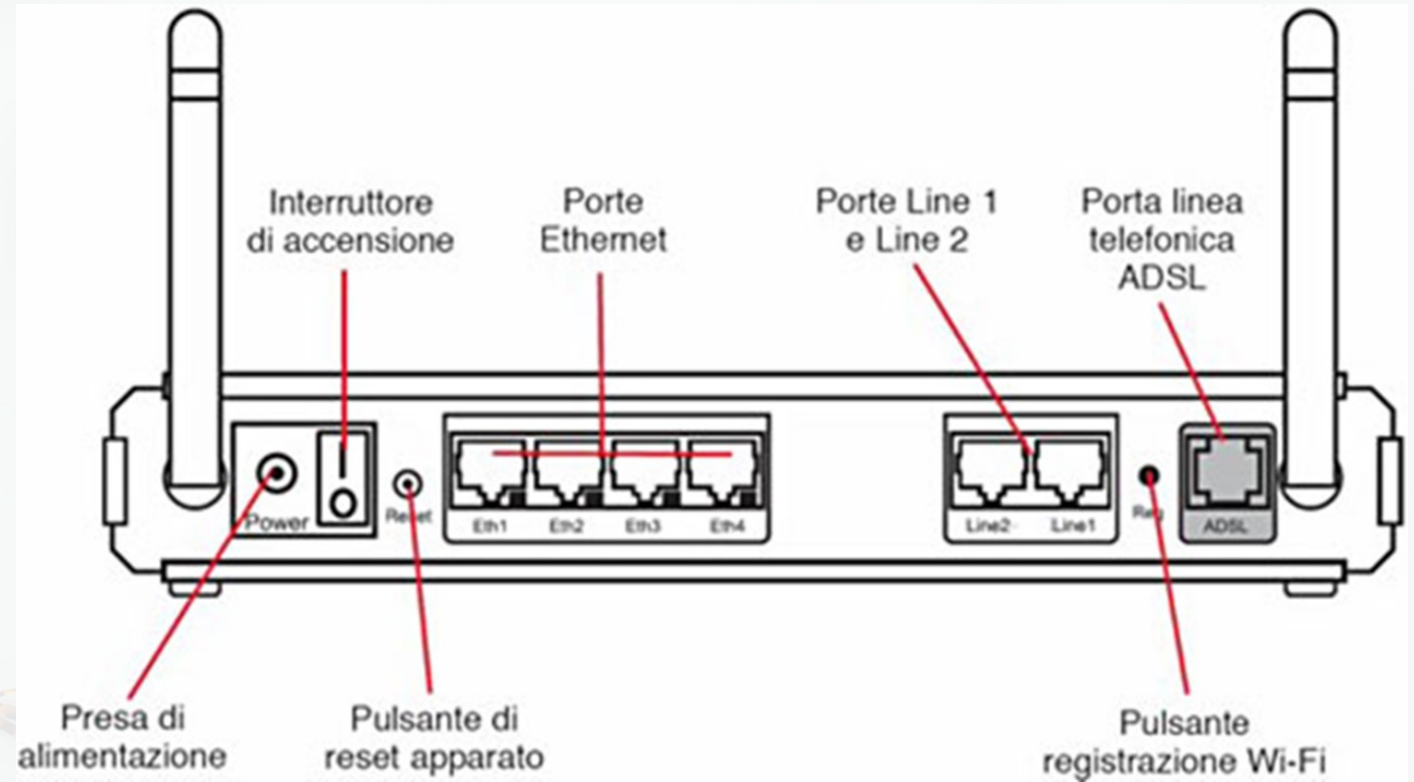
# Router

ROUTER: dispositivo che **collega** tra loro **due o più reti** **scegliendo il percorso migliore** per i dati e che all'occorrenza converte il protocollo di trasmissione.



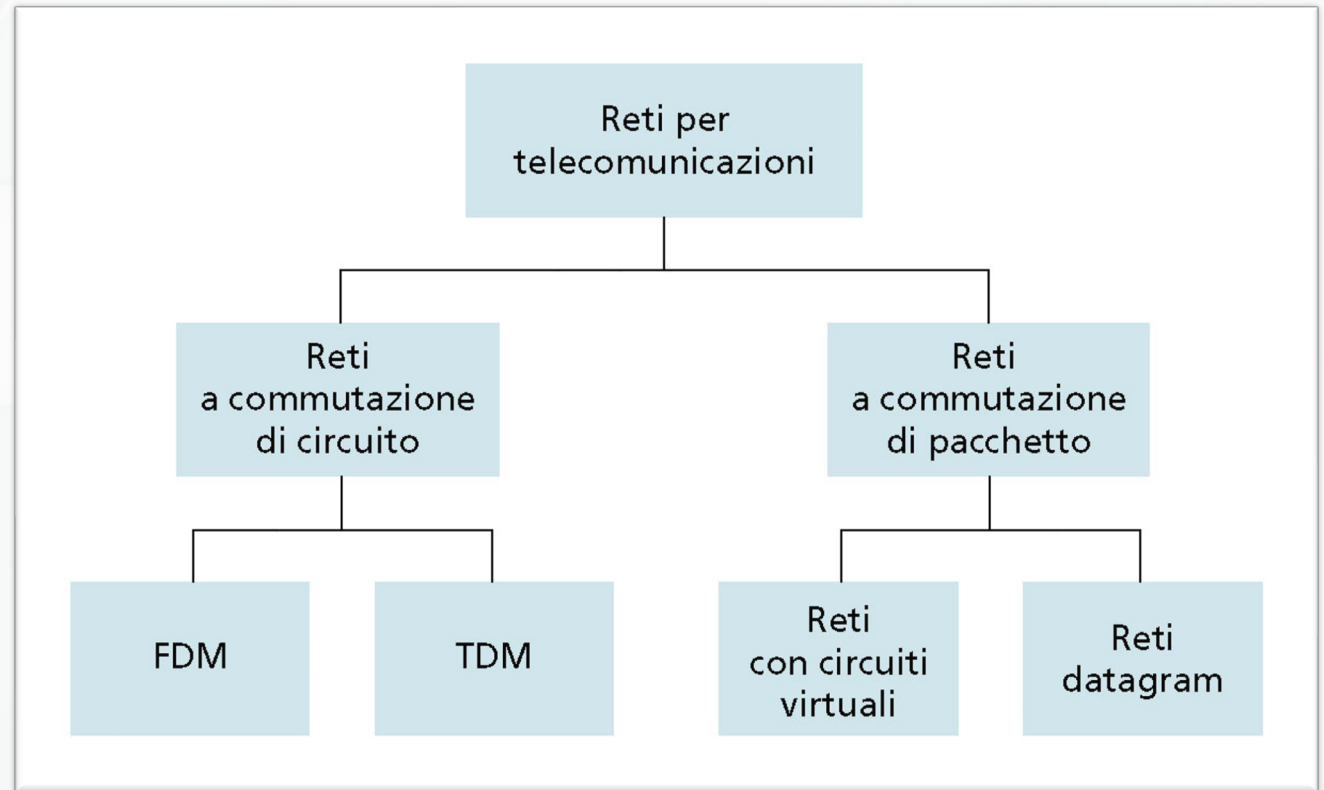
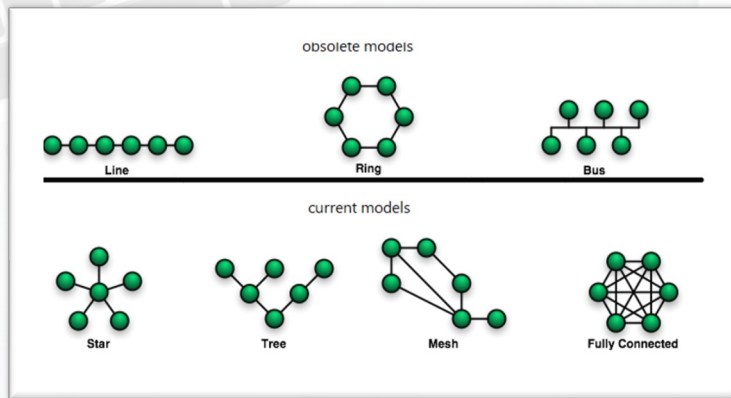
# il router di casa vostra

**Quante reti??**



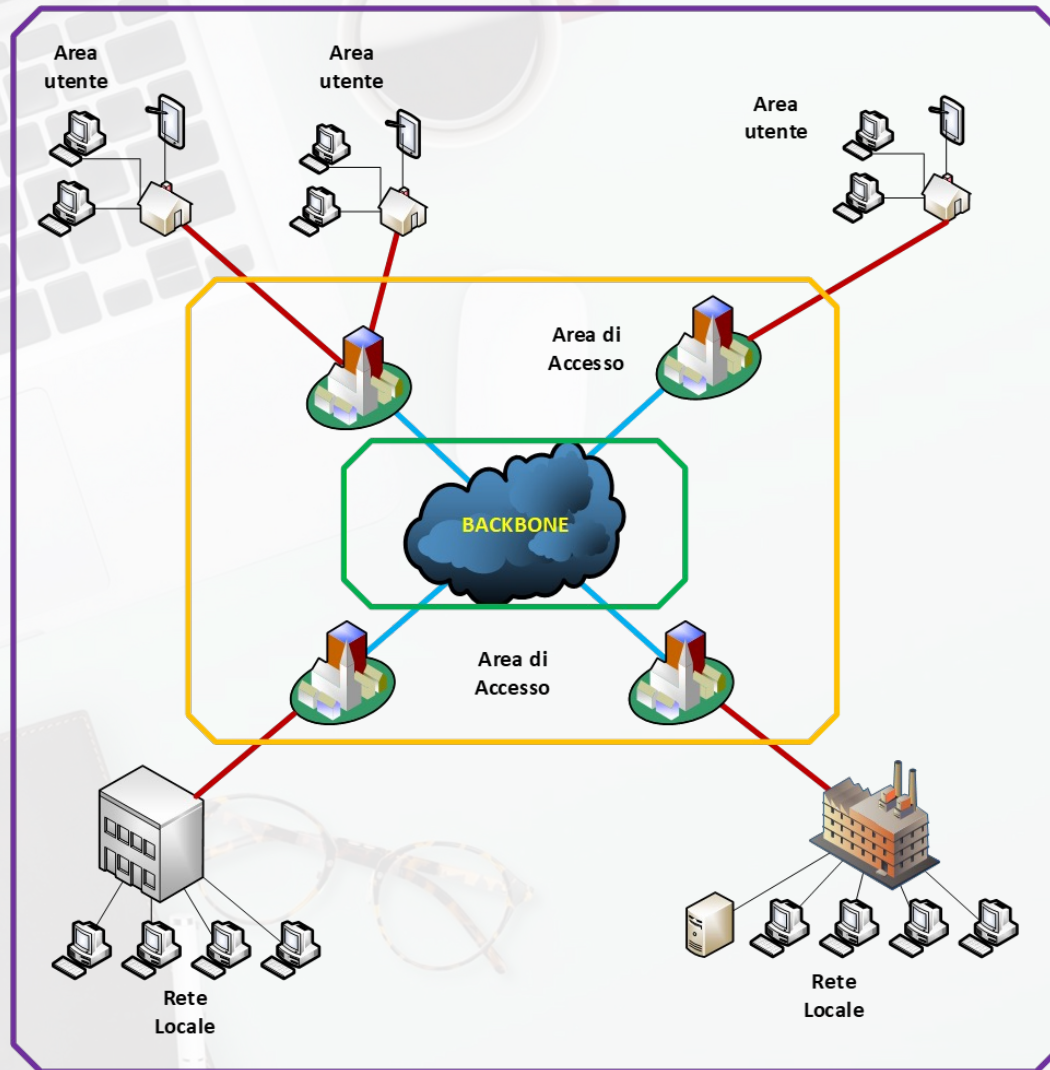
# Tassonomia delle reti

## Tassonomia



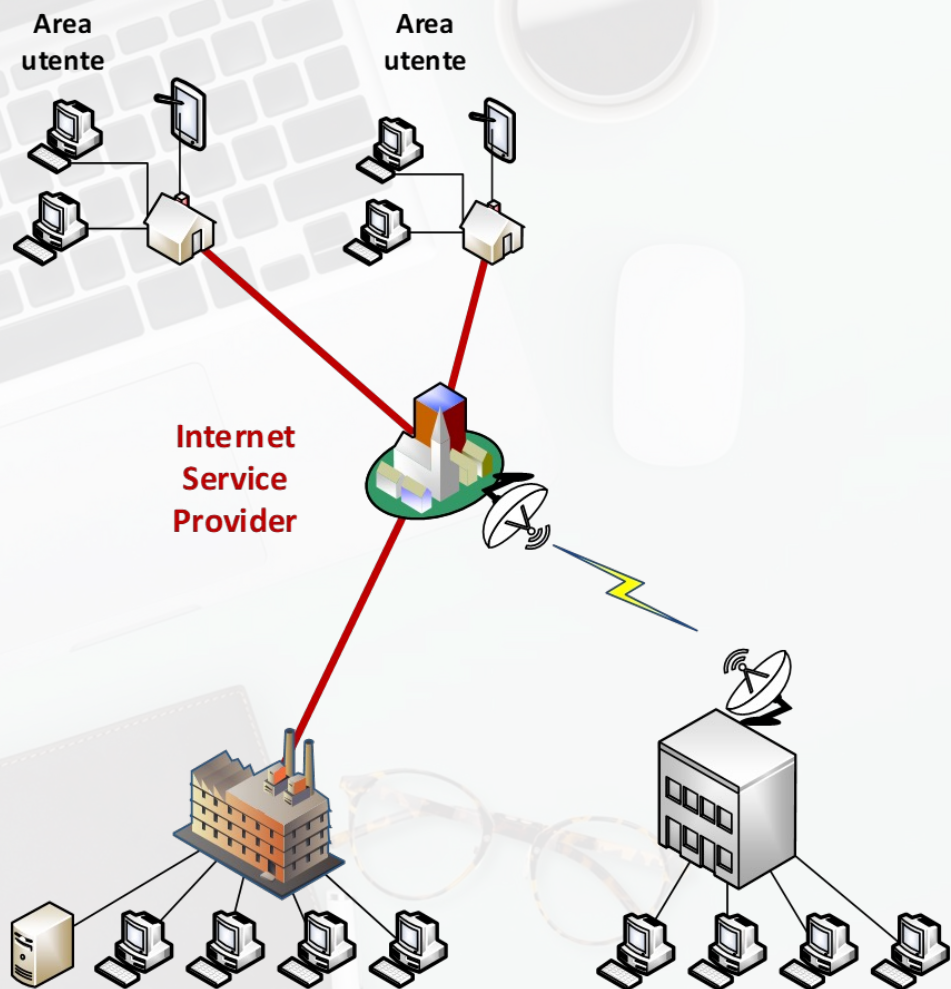


# Architettura di Internet



- Backbone
- Area di Accesso
- Area Utente
- Rete Locale

# Reti di accesso



- **Accesso residenziale**

- Modem dial-up ([archeologia](#))
- xDSL (digital subscribe line)
- UMTS - 3G - 4G - LTE - 5G
- HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)
- FTTC - FTTH

- **Accesso aziendale**

- LAN
- FTTC - FTTB - FTTH

- **Accesso wireless**

- WiFi

# Glossario



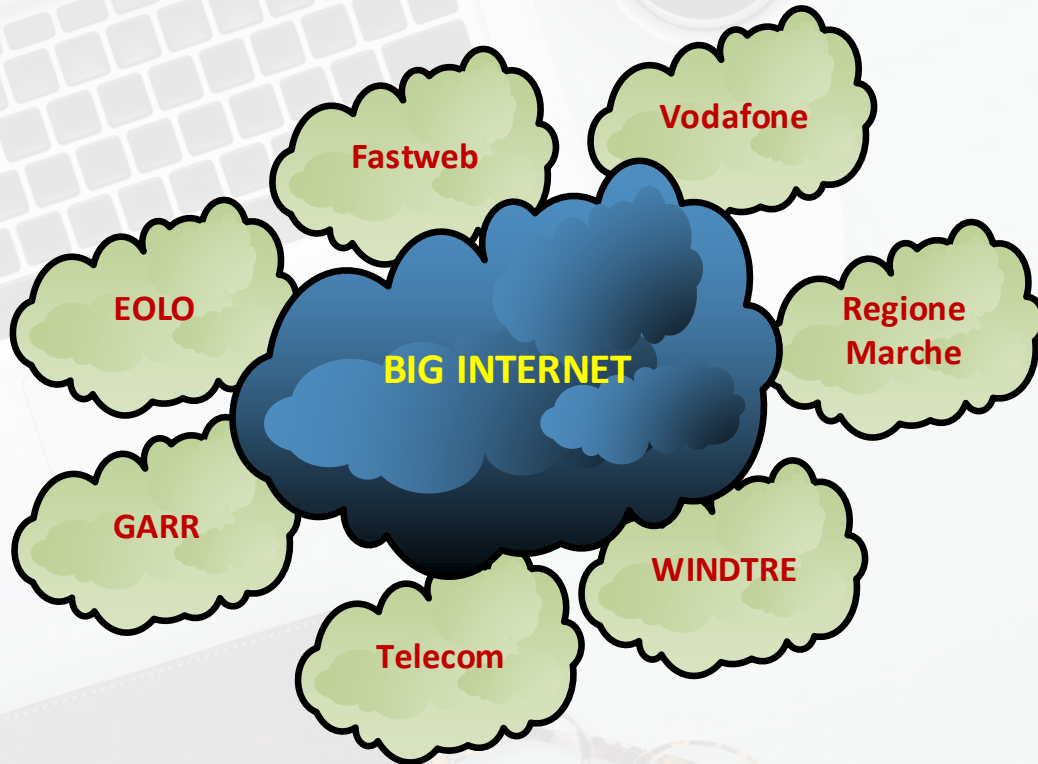
<https://www.infocert.it/glossario-informatico/>

<http://www.labinfca.unipr.it/glossario/gloss.htm>

<https://docu.plus/it/doc/informatica/ecdl-glossario-tecnico/22504/view/>

[https://online.scuola.zanichelli.it/addomineinformatica-files/Zanichelli\\_Addomine\\_volumelll\\_Glossario.pdf](https://online.scuola.zanichelli.it/addomineinformatica-files/Zanichelli_Addomine_volumelll_Glossario.pdf)

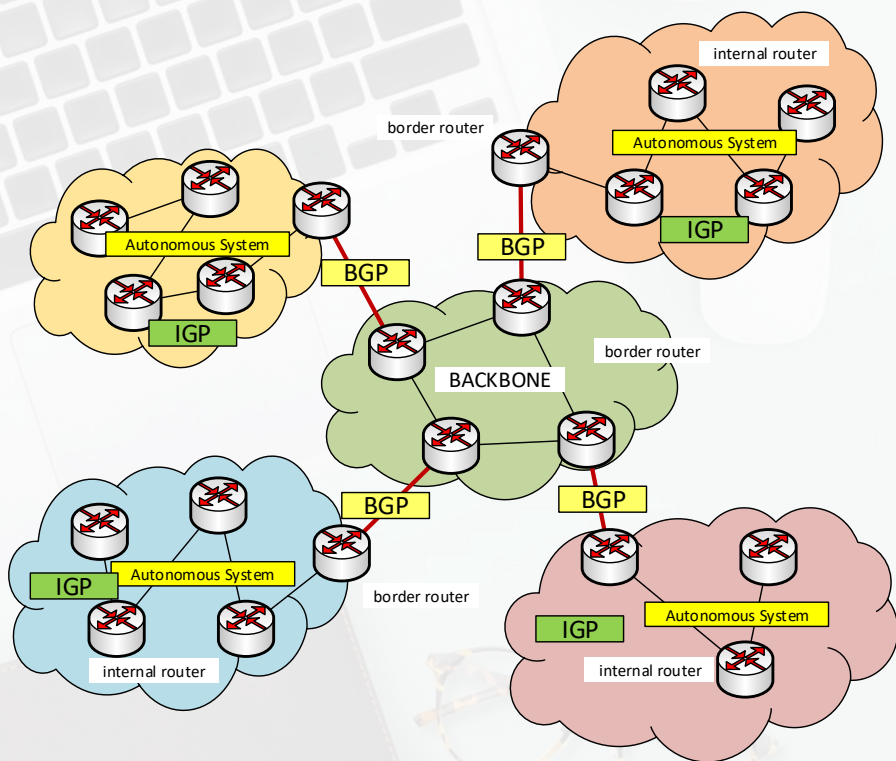
## Architettura di Internet: backbone



Un BACKBONE è una parte della rete di computer che interconnette vari pezzi di rete, fornendo un percorso per lo scambio di informazioni tra le diverse reti o sotto-reti.

Un backbone può legare insieme diverse reti nello stesso edificio, in diversi edifici in un ambiente campus, o su vaste aree

# Sistemi autonomi



**sistema autonomo (Autonomous System- AS)**  
un insieme di hosts, routers e reti fisiche controllate da una **singola autorità amministrativa**

- ✓ ogni AS è identificato da un numero **assegnato dal IANA**
- ✓ Ogni AS è libero di scegliere i criteri di determinazione delle strade al suo interno

<https://www.iana.org/>

In Italia → <https://www.nic.it/it>



# BIG Internet

## Le principali società di **telecomunicazioni** al mondo

- China Mobile
- T-Mobile US
- Verizon
- Comcast
- AT&T
- Deutsche Telekom
- NTT (Nippon Telegraph & Telephone)
- American Tower

<https://investire.biz/news/azioni/telecomunicazione-tlc-classifica-aziende-capitalizzazione>

# BIG Internet

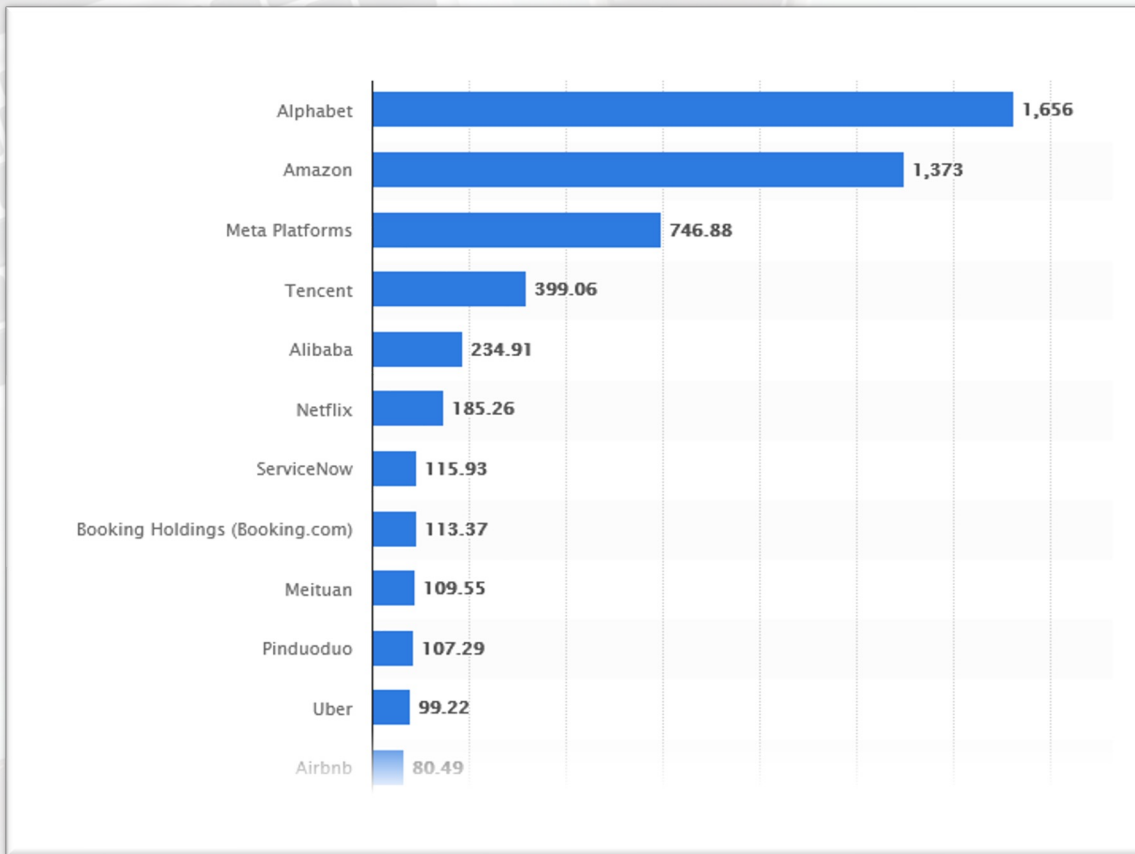


## The Best Internet Service Providers of 2023

- **AT&T Business:***Best for Symmetrical Speeds*
- **Comcast Business ISP:***Best for Enterprise Businesses*
- **Spectrum Business:***Best for Month-to-Month Contracts*
- **Viasat:***Best for Rural Businesses*
- **Verizon High-Speed Internet:***Best for Wireless Services*

<https://www.business.com/internet/best/>

# BIG Internet



Market capitalization of the largest internet companies worldwide as of August 2023 (in billion U.S. dollars)

<https://www.statista.com/statistics/277483/market-value-of-the-largest-internet-companies-worldwide/>



# quali sono i migliori provider italia 2023

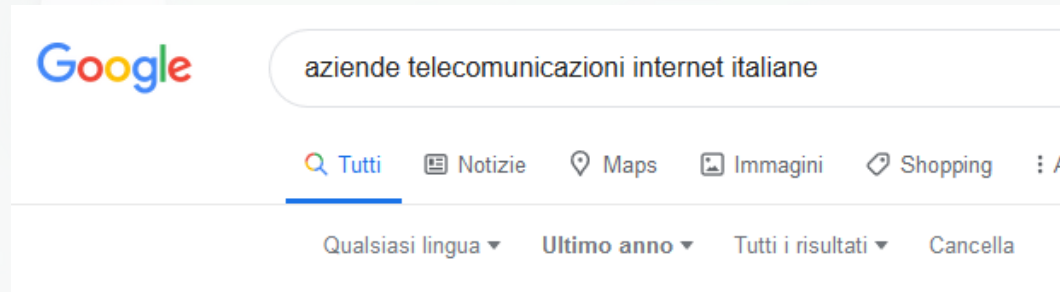
## quali sono i migliori provider di telefonia, Internet e streaming TV

TELEFONIA FISSA E INTERNET				STREAMING VIDEO		TELEFONIA MOBILE			
Operatore	Soddisfazione telefonate	Soddisfazione internet	SODDISFAZIONE GLOBALE %	Servizio pay tv	SODDISFAZIONE GLOBALE %	Operatore	Soddisfazione telefonate	Soddisfazione internet	SODDISFAZIONE GLOBALE %
FASTWEB (Fibra ottica)	75	76	75	NETFLIX	79	COOPVOCE	83	76	80
SKY WIFI (Fibra ottica)	70	79	75	DISNEY +	77	ILIAD	80	75	78
TISCALI (Fibra ottica)	67	74	72	AMAZON PRIME VIDEO	74	SPUSU	77	76	78
WIND TRE (Fibra ottica)	70	70	70	EUROSPORT	71	HO.	80	75	78
VODAFONE (Fibra ottica)	69	70	70	SKY	70	UNO (1) MOBILE	79	74	77
EOLO (Ponte radio/Wi-Max)	66	69	68	NOW TV	67	VERY MOBILE	78	73	76
FASTWEB (ADSL/VDSL)	75	64	66	APPLETV+	66	FASTWEB	77	73	75
TIM (Fibra ottica)	63	67	66	CHILI TV	66	KENA MOBILE	76	70	73
WIND TRE (ADSL/VDSL)	70	61	63	DISCOVERY+	64	POSTEMOBILE	73	67	71
TISCALI (ADSL/VDSL)	67	61	63	TIM VISION	58	TISCALI	75	66	71
EOLO (ADSL/VDSL)	66	61	62	INFINITY+	58	VODAFONE	74	70	70
VODAFONE (ADSL/VDSL)	69	59	61	VODAFONE TV	53	WIND TRE	72	66	68
TIM (ADSL/VDSL)	63	57	58	DAZN	52	TIM	71	65	67

■ soddisfazione media (da 50 a 64)  
■ soddisfazione buona (da 65 a 74)  
■ soddisfazione ottima (da 75 a 100)

# aziende telecomunicazioni internet italiane

aziende telecomunicazioni internet italiane



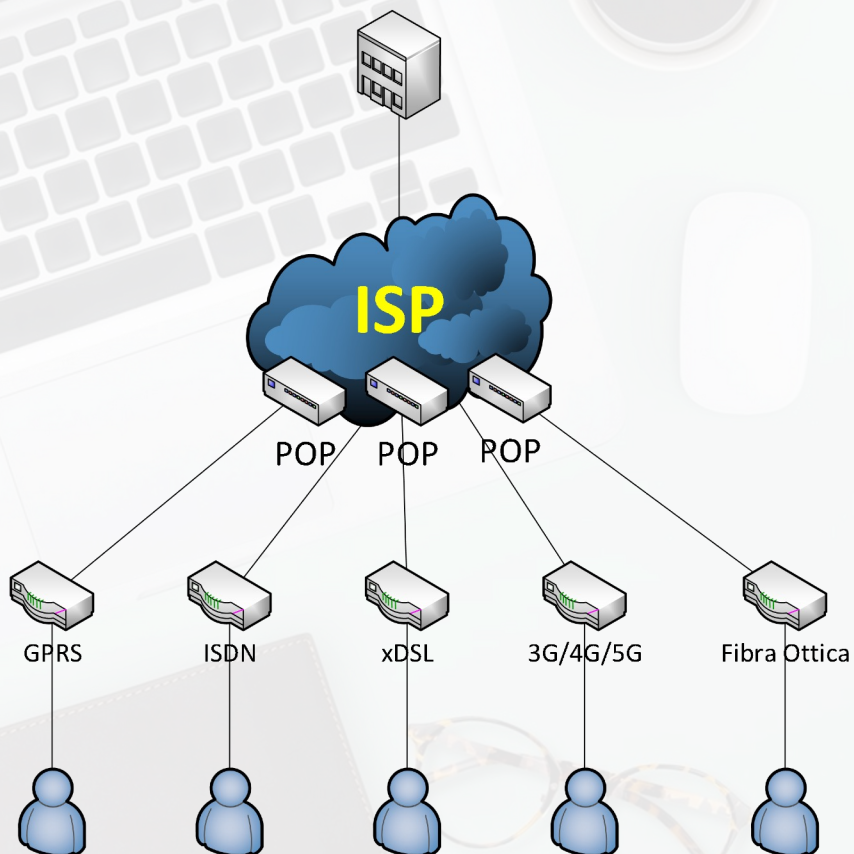
<https://www.facile.it/adsl/compagnie.html>

<https://www.reteimprese.it/societ%C3%A0-telecomunicazioni>

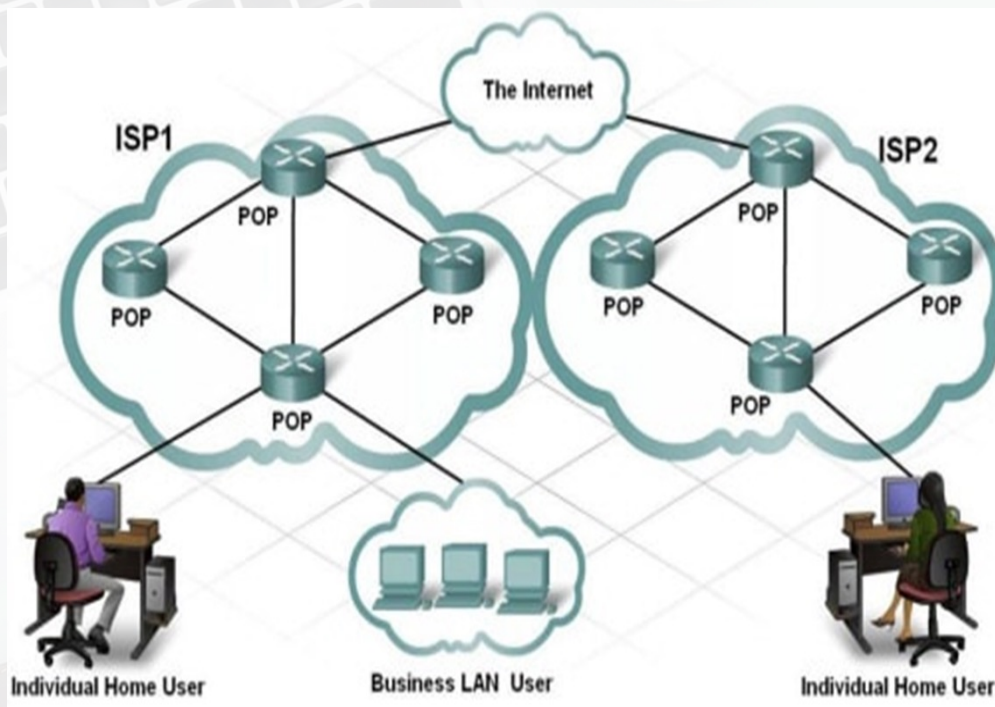
# Architettura di Internet: ISP

ISP internet service provider

L'Internet Service Provider (ISP) è definito come *“quel soggetto che esercita un'attività imprenditoriale che offre agli utenti la fornitura di servizi inerenti Internet”*, in sostanza è **colui che fornisce ai terzi l'accesso alla rete**, utilizzando una connessione remota tramite linea telefonica, banda larga, fibra ottica e WiFi.

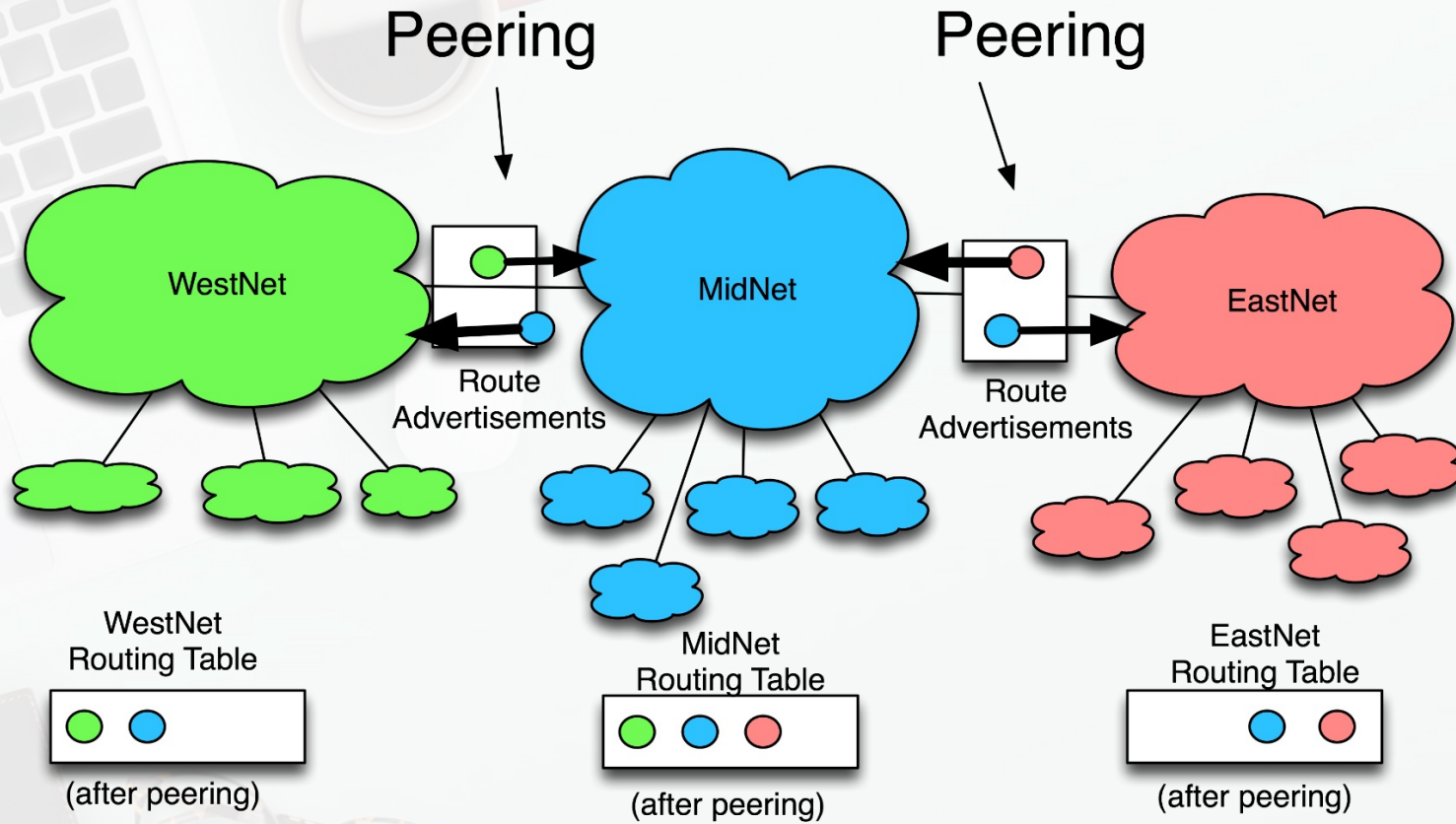


# POP *Point of Presence*



Il **POP** (*Point of Presence*) è un punto di accesso alla rete (**router**) lungo la rete di accesso, fornito da un Internet Service Provider (ISP), in grado di instradare il traffico agli utenti finali connessi ad esso (privati e piccole organizzazioni).

# Peering



<http://www.euro-ix.net/>

[https://www.namex.it/connected\\_networks/](https://www.namex.it/connected_networks/)

<http://www.mix-it.net/index.php?lang=it>

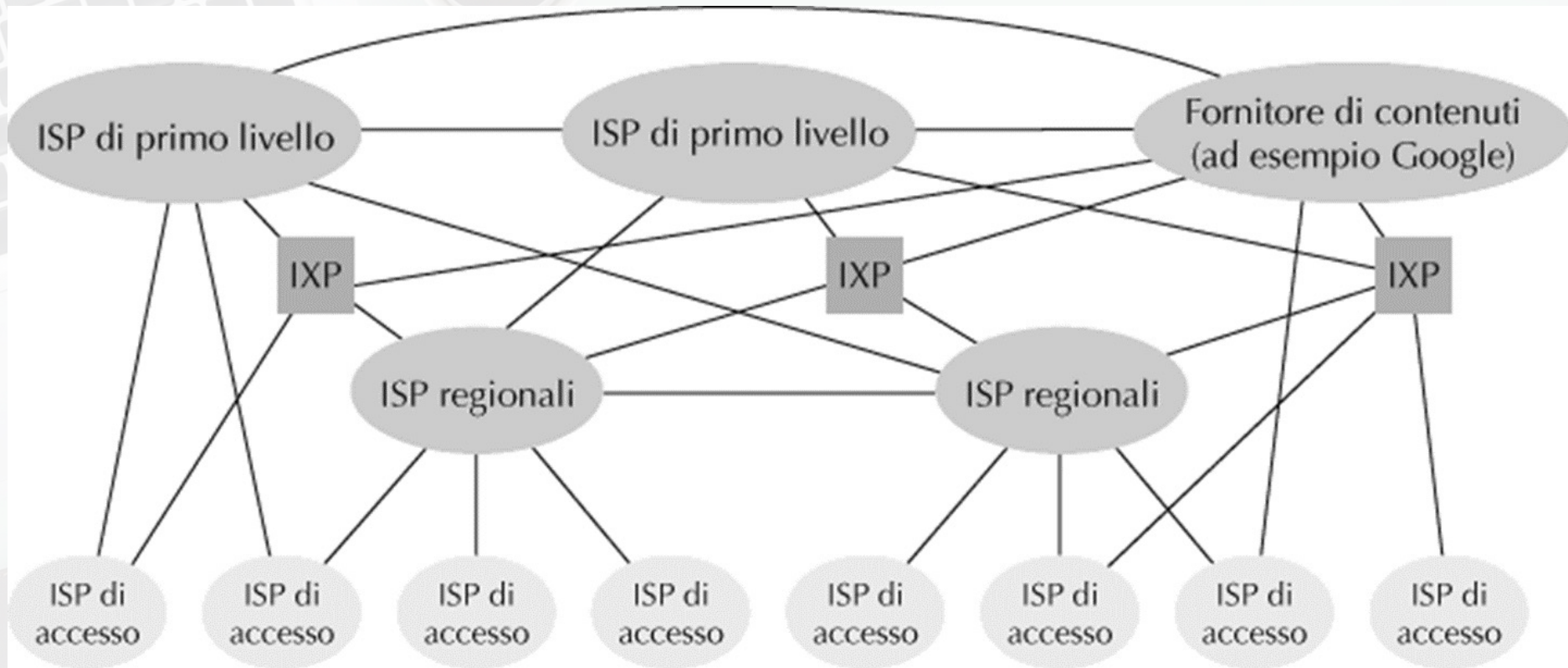
## Accordo di Peering

Un accordo tra le due o più reti per fare *peering* è realizzato tramite **un'interconnessione fisica delle reti**, con scambio di informazioni sulle reti raggiungibili attraverso ognuna di esse per mezzo del protocollo di routing BGP;

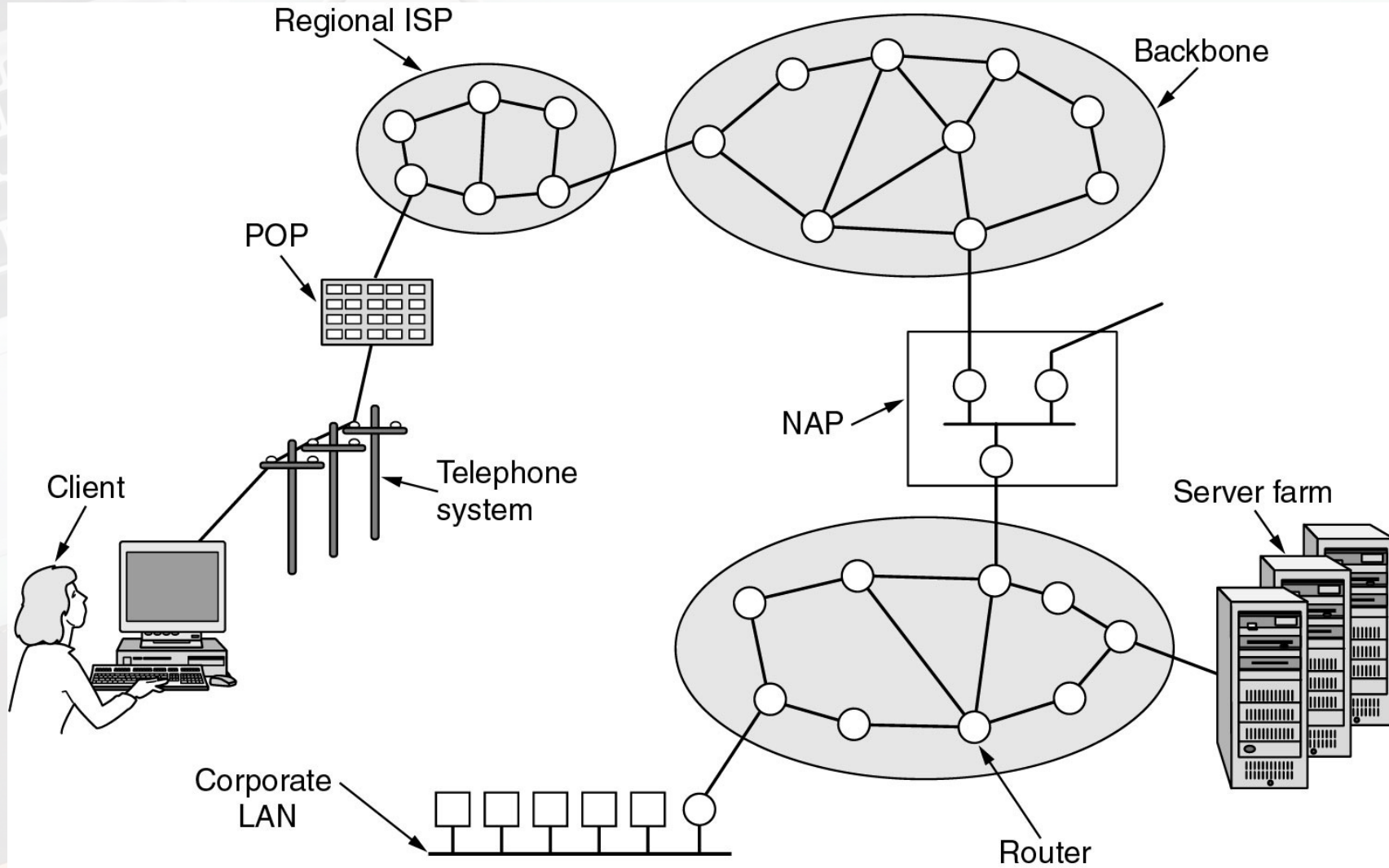
Si tratta di un accordo formalizzato contrattualmente e **gratuito**.

Al fine di ottimizzare i costi, gli ISP si aggregano nei **punti di interscambio**, dove con una singola connessione fisica hanno la possibilità di stabilire sessioni di peering con tutti gli altri provider presenti.

# Rete dorsale di INTERNET : gerarchia ISP



# Comunicazione in Internet





## Esercitazione:



navigando in rete trovare:

- POP
- NAP
- Peering
- ISP

Quando qualche cosa non funziona è sempre colpa della rete



## Ritardo nelle reti a commutazione di pacchetto

- Principali ritardi:

**ritardo di elaborazione**

**ritardo di accodamento**

**ritardo di trasmissione**

**ritardo di propagazione**

che complessivamente formano il **ritardo totale di nodo** (*nodal delay*).

$$d_{\text{nodo}} = d_{\text{elab}} + d_{\text{coda}} + d_{\text{tras}} + d_{\text{prop}}$$

# Speed Test

<https://speedtest.garr.it/>



<https://www.speedtest.net/it>



<https://www.testvelocita.it/>



<https://www.mio-ip.it/test-velocita-connessione/>



<https://fast.com/it/>



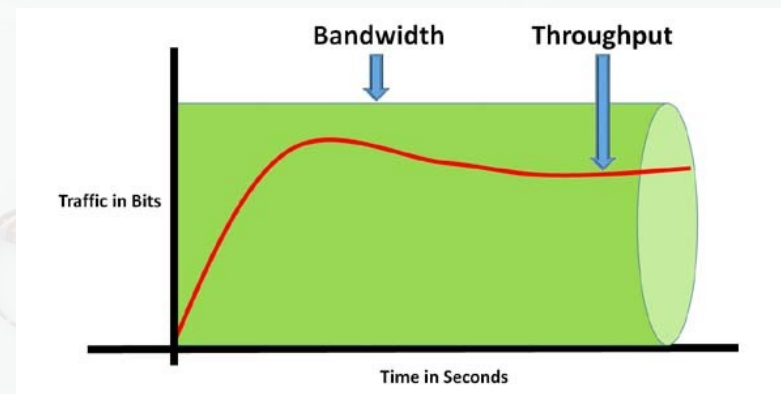
# throughput

Il **throughput** (portata) indica quanto velocemente riusciamo effettivamente a inviare i dati tramite una rete

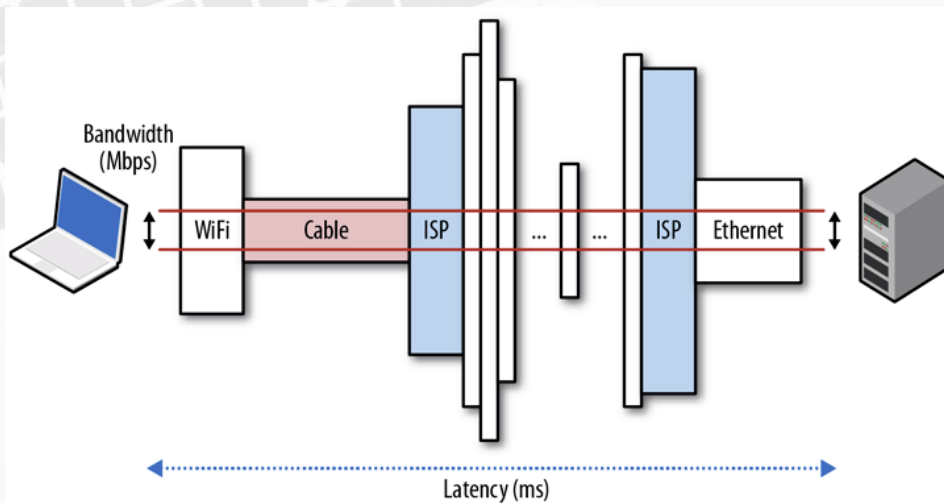
**Numero di bit al secondo che passano attraverso un punto della rete**

Un link può avere un rate di  $B$  bps, ma possiamo inviare solo  $T$  bps tramite quel link, con  $T$  sempre inferiore a  $B$

- il rate è una misura della **potenziale** velocità di un link
- il throughput è una misura dell'**effettiva** velocità di un link (quanto velocemente riusciamo a inviare i dati in realtà)

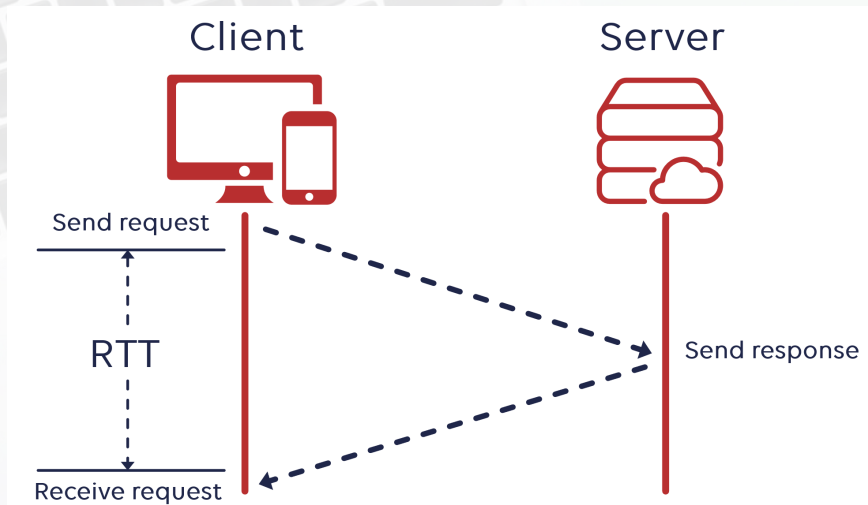


# Latenza



La **latenza** (o **tempo di latenza**), in informatica, di un sistema può essere definita come **l'intervallo di tempo che intercorre fra il momento in cui arriva l'input al sistema ed il momento in cui è disponibile il suo output**. In altre parole, la latenza non è altro che una misura della velocità di risposta di un sistema.

## Prestazioni di una rete : latenza (ritardo)



Tempo necessario ad un messaggio per attraversare la rete da un capo all'altro.

Viene misurata in unità di tempo

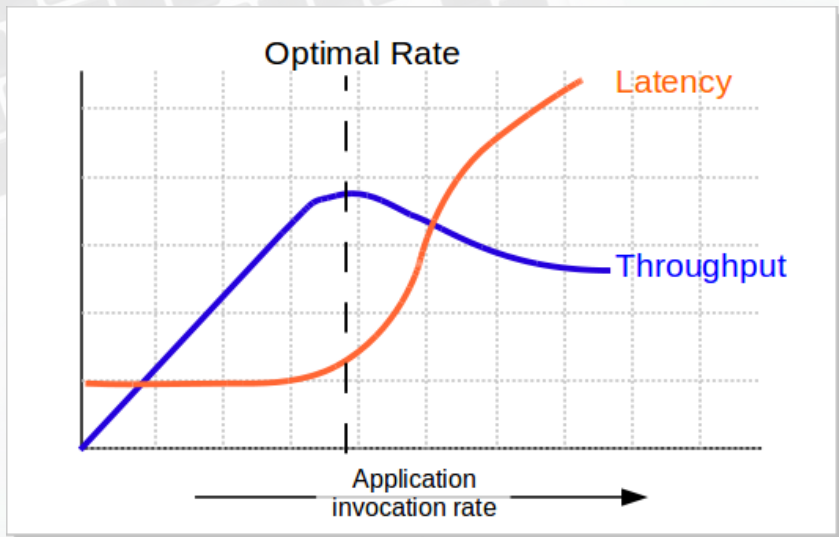
(100msec. → Tipico valore intercontinentale)

Per alcune applicazioni è importante conoscere il **tempo di andata e ritorno** chiamato **round-trip time** (RTT)

# Combinazione latenza larghezza di banda

## Combinazione latenza - larghezza di banda

La loro importanza relativa **dipende dall'applicazione**

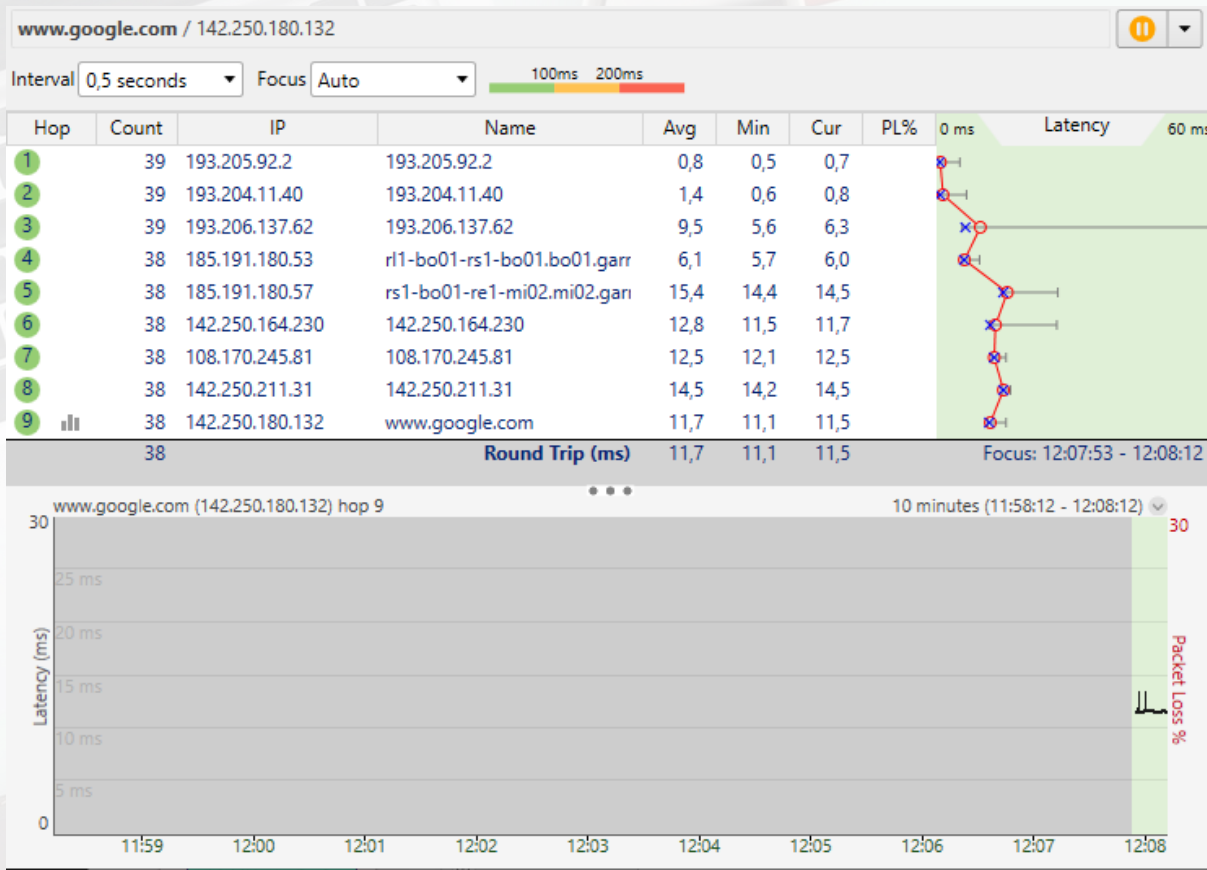


Un client che invia messaggi di 1 byte e riceve risposte di 1 byte ha prestazioni molto diverse su una tratta con RTT di 100 msec piuttosto che su una tratta di RTT di 1 msec. Ed in questo caso non ha nessuna importanza la larghezza di banda

Quando devo recuperare una immagine di 25 Megabyte maggiore è l'ampiezza di banda e maggiore è la prestazione del servizio



# Verificare la latenza



**Trial expired**  
Thanks for using PingPlotter!

**Thank you**  
Tom Larrow & Pierre R. Schwob

**Version 5.24.3.8913**

<https://www.pingplotter.com/>



## Ritardo end-to-end (dal sorgente alla destinazione)

$$d_{\text{end-end}} = N (d_{\text{elab}} + d_{\text{tras}} + d_{\text{prop}})$$

- ✓ consideriamo **N** router fra gli host sorgente e destinatario.
- ✓ la **rete non sia congestionata** (così che il ritardo di coda sia trascurabile)
- ✓ il **ritardo di elaborazione** a ciascun router e all'host sorgente sia **costante**
- ✓ la **velocità di trasmissione** (in uscita) di ciascun router e del l'host sorgente sia R bit's **costante**
- ✓ il **ritardo di propagazione** fra ogni coppia di router e fra l'host sorgente e il primo router sia **costante**

Per avere una sensazione tangibile del ritardo in una rete di calcolatori, possiamo utilizzare il programma di diagnostica Traceroute che ha una sua precisa RFC (1393)

```
Amministratore: Prompt dei comandi
Microsoft Windows [Versione 10.0.19045.4355]
(c) Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

C:\Users\fausto.mfausto>tracert www.rai.it

Traccia instradamento verso e12563.a.akamaiedge.net [104.85.9.142]
su un massimo di 30 punti di passaggio:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    193.205.92.2
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms    193.204.11.40
  3    14 ms    25 ms    5 ms     193.206.137.62
  4     8 ms     8 ms     8 ms     r11-bo01-rs1-mi01.mi01.garr.net [185.191.180.51]
  5     8 ms     8 ms     9 ms     rs1-mi01-re1-mi02.mi02.garr.net [185.191.180.158]
  6    13 ms     9 ms     9 ms     akamai2.mix-it.net [217.29.66.214]
  7    11 ms    11 ms    11 ms    a104-85-9-142.deploy.static.akamaitechnologies.com [104.85.9.
142]

Traccia completata.

C:\Users\fausto.mfausto>
```

# Tracert (windows)

```
Prompt dei comandi
C:\Users\fausto.mfausto>tracert www.rai.it
Traccia instradamento verso a1214.g.akamai.net [193.206.135.137]
su un massimo di 30 punti di passaggio:

 1  1 ms  <1 ms  1 ms  193.205.92.2
 2  <1 ms <1 ms <1 ms 193.204.11.40
 3  8 ms  8 ms  8 ms 193.206.131.29
 4  8 ms  8 ms  8 ms r-rm2-rx1-rm2.rm2.garr.net [90.147.80.53]
 5  15 ms 15 ms 15 ms r-rm2-r-bo1-l1.bo1.garr.net [90.147.80.1]
 6  15 ms 14 ms 15 ms a193-206-135-137.deploy.akamaitechnologies.com [193.206.135.137]

Traccia completata.
C:\Users\fausto.mfausto>
```

Content Delivery Network  
Content Distribution Network

[https://it.wikipedia.org/wiki/Akamai\\_Technologies](https://it.wikipedia.org/wiki/Akamai_Technologies)

```
Prompt dei comandi
C:\Users\fausto.mfausto>tracert www.nasa.org
Traccia instradamento verso www.nasa.org [185.53.177.30]
su un massimo di 30 punti di passaggio:

 1  1 ms  1 ms  1 ms  193.205.92.2
 2  <1 ms <1 ms <1 ms 193.204.11.40
 3  8 ms  8 ms  8 ms 193.206.131.29
 4  8 ms  8 ms  8 ms rx1-rm2-rx2-rm2.rm2.garr.net [90.147.81.50]
 5  8 ms  8 ms  8 ms te0-0-2-3.rcr11.rom01.atlas.cogentco.com [149.6.22.73]
 6  12 ms 12 ms 12 ms te0-0-2-1.rcr11.qzo03.atlas.cogentco.com [154.54.57.109]
 7  18 ms 17 ms 16 ms te0-0-1-2.rcr11.vce01.atlas.cogentco.com [154.54.57.205]
 8  22 ms 22 ms 21 ms be2273.rcr21.mil01.atlas.cogentco.com [154.54.39.46]
 9  26 ms 25 ms 25 ms be2043.ccr21.zrh01.atlas.cogentco.com [154.54.38.101]
10  31 ms 30 ms 30 ms be3073.ccr22.muc03.atlas.cogentco.com [130.117.0.62]
11  31 ms 33 ms 31 ms te0-0-1-2.agr12.muc03.atlas.cogentco.com [154.54.56.230]
12  31 ms 31 ms 31 ms te0-0-2-1.nr11.b015933-1.muc03.atlas.cogentco.com [154.25.8.22]
13  31 ms 31 ms 31 ms 149.6.156.202
14  31 ms 31 ms 31 ms 185.53.177.30

Traccia completata.
C:\Users\fausto.mfausto>
```

<http://www.cogentco.com>

# Traceroute (linux)

```
studente@studente-virtual-machine: ~  
studente@studente-virtual-machine:~$ traceroute www.raì.it --resolve-hostname  
traceroute to e12563.a.akamaiedge.net (104.85.9.142), 64 hops max  
 1  193.205.92.2 (_gateway) 0,505ms 0,628ms 0,517ms  
 2  193.204.11.40 (193.204.11.40) 0,702ms 0,472ms 0,499ms  
 3  193.206.131.29 (193.206.131.29) 9,321ms 8,706ms 9,141ms  
 4  90.147.81.50 (rx1-rm2-rx2-rm2.rm2.garr.net) 16,048ms 15,896ms 15,759ms  
 5  185.191.181.88 (185.191.181.88) 9,759ms 18,845ms 10,956ms  
 6  185.191.181.69 (185.191.181.69) 27,529ms 15,411ms 21,689ms  
 7  217.29.66.214 (akamai2.mix-it.net) 17,271ms 17,043ms 17,145ms  
 8  * * *  
 9  * * *  
10  * * * ← Perché??????  
11  * * *  
12  * * *  
13  * * *  
14  * * *  
15  * * *  
16  * ^C  
studente@studente-virtual-machine:~$
```

# tracert – tracepath (linux)

```
root@polola207:~  
File Modifica Visualizza Terminale Schede Aiuto  
16 * * *  
17 * * *  
[root@polola207 ~]# trace  
tracepath  tracepath6  traceroute  traceroute6  tracert  
[root@polola207 ~]# tracepath www.raai.it  
1: polola207.informatica.unicam.it (193.205.92.195)      1.008ms pmtu 1500  
1: 193.205.92.2 (193.205.92.2)                          4.924ms  
2: no reply  
3: no reply  
4: no reply  
  
[root@polola207 ~]# tracert www.raai.it  
traceroute to www.raai.it (212.162.68.64), 30 hops max, 40 byte packets  
1 193.205.92.2 (193.205.92.2)  1.172 ms  1.310 ms  1.414 ms  
2 193.204.11.35 (193.204.11.35)  1.133 ms  1.193 ms  1.084 ms  
3 rc-unicam-rc-an-4.an.garr.net (193.206.140.209)  4.783 ms  4.709 ms  4.725 ms  
4 rc-an-rt-rm1.rm1.garr.net (193.206.134.225)  9.231 ms  9.597 ms  9.515 ms  
5 rt-rm1-rt-rm2-2.rm2.garr.net (193.206.134.118)  10.085 ms  10.019 ms  10.714 ms  
6 rt-rm2-rt-mi2.mi2.garr.net (193.206.134.229)  19.489 ms  18.740 ms  18.667 ms  
7 rai.mix-it.net (217.29.66.26)  20.401 ms  20.907 ms  21.279 ms  
8 212.162.64.154 (212.162.64.154)  29.517 ms  32.669 ms  32.575 ms  
9 * * *  
10 * * *  
11 * * *  
12 * * *  
13 * * *  
14 *  
[root@polola207 ~]#  
[root@polola207 ~]#
```

# Mtr in linux

```
studente@studente-virtual-machine: ~  
My traceroute [v0.95]  
studente-virtual-machine (193.205.92.139) -> www.ra.i.it (2022-10-06T09:00:39+0200)  
Keys: Help  Display mode  Restart statistics  Order of fields  quit  
      Packets  
Host      Loss%  Snt  Last  Avg  Best  Wrst StDev  
1. _gateway      0.0%   16   0.9   0.9   0.7   1.1   0.1  
2. 193.204.11.40  0.0%   16   1.0   0.9   0.7   1.1   0.1  
3. 193.206.131.29 0.0%   16   9.5   8.9   8.7   9.5   0.3  
4. rx1-rm2-rx2-rm2.rm2.garr.net 0.0%   16  16.1  16.6  15.8  19.1   0.9  
5. 185.191.181.88 0.0%   16   9.7   9.4   9.1   9.7   0.2  
6. 185.191.181.69 0.0%   16  16.1  16.1  15.7  18.1   0.6  
7. akamai2.mix-it.net 0.0%   15  17.0  17.7  16.6  21.9   1.8  
8. a104-85-9-142.deploy.static.akamai 0.0%   15  16.0  16.2  16.0  16.4   0.1
```

# CDN - Content Delivery Network

Una **CDN** (*Content Delivery Network*) è una sistema distribuito di server (una rete) che **consegna contenuti** (pagine web, video, immagini, ecc...) agli utenti finali **basandosi sulla loro posizione geografica**.

Il vantaggio di adottare questo tipo di tecnologia è di **migliorare effettivamente la velocità di consegna dei contenuti** di un determinato sito con un elevato traffico di richieste oppure di siti che necessitino di una presenza globale. Tanto più vicino geograficamente è il server Content Delivery Network all'utente finale, tanto più veloce il contenuto sarà consegnato.

Una **Content Delivery Network** copia il contenuto di un sito internet **su una rete di server distribuiti geograficamente in diverse località, facendo caching dei contenuti della pagina**.

Quando un utente richiede un contenuto specifico, la CDN dirige la sua richiesta dal server di origine al server della Content Delivery Network **più vicino all'utente** e consegna il contenuto che ha in cache. Il processo è completamente trasparente per l'utente finale e gli dà la sensazione di un tempo molto migliore di risposta della pagina web.



*fine lezione -1-*