

L'evoluzione delle reti e dei servizi di comunicazioni elettroniche su rete fissa e mobile

GIOVANNI SANTELLA

AGCOM

g.santella@agcom.it

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

*gg) **servizio di comunicazione elettronica**: i servizi, forniti di norma a pagamento, consistenti esclusivamente o prevalentemente nella trasmissione di segnali su reti di comunicazione elettronica, compresi i servizi di telecomunicazioni e i servizi di trasmissione nelle reti utilizzate per la diffusione circolare radiotelevisiva, ad esclusione dei servizi che forniscono contenuti trasmessi utilizzando reti e servizi di comunicazione elettronica o che esercitano un controllo editoriale su tali contenuti; sono inoltre esclusi i servizi della società dell'informazione di cui all'articolo 2, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 9 aprile 2003, n. 70, non consistenti interamente o prevalentemente nella trasmissione di segnali su reti di comunicazione elettronica;*

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

*hh) **servizio telefonico accessibile al pubblico**: un servizio reso accessibile al pubblico che consente di **effettuare e ricevere direttamente o indirettamente, chiamate nazionali o nazionali e internazionali tramite uno o più numeri che figurano in un piano di numerazione dei servizi di comunicazione elettronica nazionale o internazionale.***

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

dd) **reti di comunicazione elettronica**: i sistemi di trasmissione e, se del caso, le apparecchiature di commutazione o di instradamento e altre risorse, inclusi gli elementi di rete non attivi, che consentono di trasmettere segnali via cavo, via radio, a mezzo di fibre ottiche o con altri mezzi elettromagnetici, comprese le reti satellitari, le reti terrestri mobili e fisse (a commutazione di circuito e a commutazione di pacchetto, compresa Internet), le reti utilizzate per la diffusione circolare dei programmi sonori e televisivi, i sistemi per il trasporto della corrente elettrica, nella misura in cui siano utilizzati per trasmettere i segnali, le reti televisive via cavo, indipendentemente dal tipo di informazione trasportato;

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

bb) rete telefonica pubblica: una rete di comunicazione elettronica utilizzata per fornire servizi telefonici accessibili al pubblico;]

cc) rete televisiva via cavo: ogni infrastruttura prevalentemente cablata installata principalmente per la diffusione o la distribuzione di segnali radiofonici o televisivi al pubblico;

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

*z) **rete locale**: il circuito fisico che collega il punto terminale della rete a un permutatore o a un impianto equivalente nella rete pubblica fissa di comunicazione elettronica;*

*aa) **rete pubblica di comunicazioni**: una rete di comunicazione elettronica utilizzata interamente o prevalentemente per fornire servizi di comunicazione elettronica accessibili al pubblico, che supporta il trasferimento di informazioni tra i **punti terminali di reti**;*

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

*v) **punto terminale di rete**: il punto fisico a partire dal quale il contraente ha accesso ad una rete pubblica di comunicazione; in caso di reti in cui abbiano luogo la commutazione o l'instradamento, il punto terminale di rete è definito mediante un indirizzo di rete specifico che può essere correlato ad un numero di contraente o ad un nome di contraente; per il servizio di comunicazioni mobili e personali il punto terminale di rete è costituito dall'antenna fissa cui possono collegarsi via radio le apparecchiature terminali utilizzate dagli utenti del servizio;*

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

s) **numero geografico**: qualsiasi numero del piano nazionale di numerazione dei servizi di comunicazione elettronica nel quale alcune delle cifre fungono da indicativo geografico e sono utilizzate per instradare le chiamate verso l'ubicazione fisica del punto terminale di rete;

t) **numero non geografico**: qualsiasi numero del piano nazionale di numerazione dei servizi di comunicazione elettronica e che non sia un numero geografico; include tra l'altro i numeri di telefonia mobile, i numeri di chiamata gratuita e i numeri relativi ai servizi a sovrapprezzo;

u) **operatore**: un'impresa che è autorizzata a fornire una rete pubblica di comunicazioni, o una risorsa correlata;

Le definizioni del Codice delle comunicazioni elettroniche

*ee) **risorse correlate**: i servizi correlati, le infrastrutture fisiche e le altre risorse o elementi correlati ad una rete di comunicazione elettronica o ad un servizio di comunicazione elettronica che permettono o supportano la fornitura di servizi attraverso tale rete o servizio, ovvero sono potenzialmente in grado di farlo, ivi compresi tra l'altro gli edifici o gli accessi agli edifici, il cablaggio degli edifici, le antenne, le torri e le altre strutture di supporto, le guaine, i piloni, i pozzetti e gli armadi di distribuzione;*

*qq-quater) **servizi correlati**: i servizi correlati ad una rete di comunicazione elettronica o ad un servizio di comunicazione elettronica che permettono o supportano la fornitura di servizi attraverso tale rete o servizio, o sono potenzialmente in grado di farlo, compresi tra l'altro i servizi di traduzione del numero o i sistemi che svolgono funzioni analoghe, i sistemi di accesso condizionato e le guide elettroniche ai programmi, nonché altri servizi quali quelli relativi all'identità, alla posizione e alla presenza.*

Il significato comune di alcuni termini che incontreremo

Banda

Quantità di dati per unità di tempo che può viaggiare su una connessione. Nella banda ampia la velocità varia da 64 Kbps a 1,544 Mbps. Nella banda larga la comunicazione avviene a velocità superiori a 1,544 Mbps.

Analogica

Grandezza che varia con continuità, non è rappresentata da un valore numerico.

bps (Bit Per Secondo)

Unità di misura della velocità di trasmissione dei dati.

ISP (Internet Service Provider)

Fornitore di servizi Internet, gratuiti o a pagamento.

Banda larga trasmissione di dati via cavo a una velocità superiore a 1544 Mbps (Megabyte per secondo). [Treccani Online]

Binario (sistema)

È il sistema di numerazione in cui si utilizzano due sole cifre, di solito indicate con 0 e 1.

BIT (BInary digiT)

Cifra binaria, che esprime l'unità elementare di informazione. Viene indicata con la b minuscola, la B maiuscola indica invece il byte.

Digitale

Valore numerico di una grandezza.

GB (GigaByte)

Misura di unità di informazione, corrisponde a 1024 MB.

MB megabyte

Unità di misura dell'informazione che corrisponde a 1024 KB.

Megahertz (MHz)

Unità di misura della velocità della CPU, corrisponde a un milione di cicli al secondo.

Hertz (Hz)

Unità di misura della frequenza del clock e quindi della velocità del processore. Corrisponde a un'oscillazione al secondo.

IP

Indirizzo di internet che permette di identificare in modo univoco un utente e un computer collegato a Internet. Si suddivide in due parti, la prima individua la rete dove si trova il computer, la seconda individua il computer all'interno di quella rete.

Modem (modulatore demodulatore)

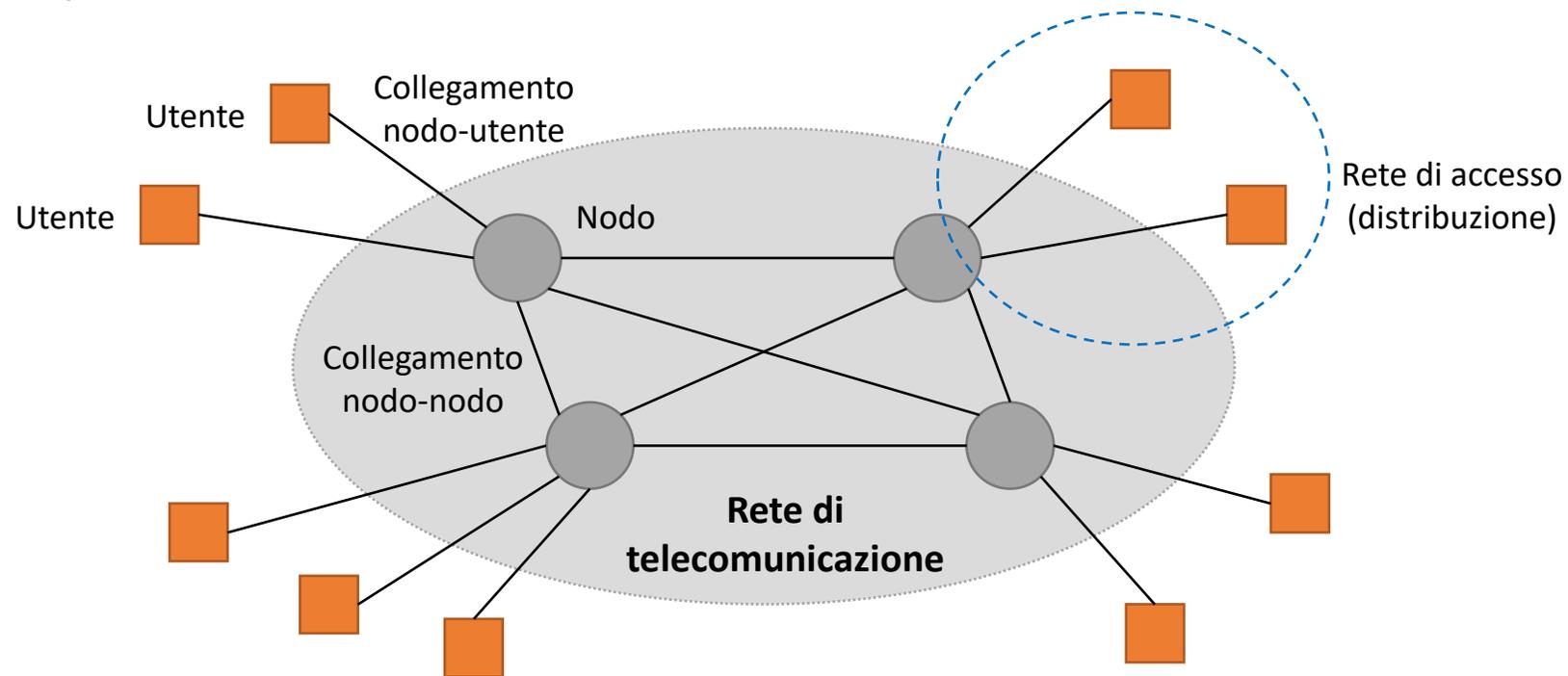
Dispositivo per trasformare un segnale da digitale ad analogico e viceversa, utilizzato per la connessione a Internet tramite il telefono.

Internet, o rete, o web rete di telecomunicazioni ad accesso pubblico che connette vari dispositivi in tutto il mondo, rappresentando dalla sua nascita uno dei maggiori mezzi di comunicazione di massa. [Wikipedia]

Digitale circuito o dispositivo che può variare solo per un numero finito di livelli o stati, come per esempio 0 e 1. Un oggetto viene reso digitale quando il suo stato analogico, rappresentato da un insieme infinito di elementi, viene trasformato in un insieme numerabile di elementi. È l'opposto di analogico. [Ehiweb.it]

Generalità sui sistemi di telecomunicazione: reti fisse

- Una generica rete di telecomunicazione può essere definita come l'insieme di linee d'utente, nodi di commutazione, collegamenti tra nodi (link) che permettono lo scambio di informazioni tra utenti.
- I nodi (o centrali) di commutazione sono i punti della rete che hanno il compito di instradare le informazioni.



Tipi di reti secondo un modello iniziale di separazione delle architetture in base ai servizi

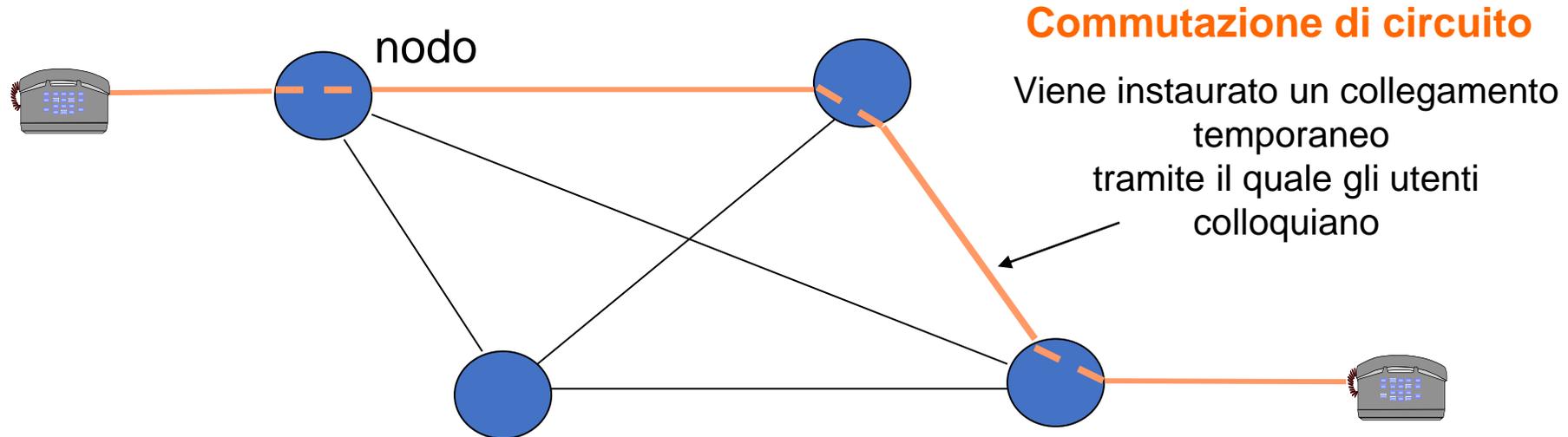
Rete telefonica:

- tradizionalmente costruita in modo ottimizzato per lo scambio di fonia tra gli utenti. I nodi della rete storica operano secondo il principio della commutazione di circuito. Consentiva anche lo scambio di dati tra calcolatori tramite modem che trasformano il segnale digitale in un segnale analogico avente le stesse caratteristiche del segnale vocale.

Reti per dati:

- Tradizionalmente ottimizzate per lo scambio di dati tra calcolatori. I nodi operano secondo il principio della commutazione di pacchetto.

Generalità sulle reti commutate di comunicazione elettronica



Per la voce il requisito fondamentale è il contenimento del **ritardo** di trasferimento entro un valore tollerabile. Per tale motivo a seguito di una chiamata telefonica viene instaurato un **collegamento dedicato temporaneamente**.

La chiamata telefonica evolve in tre fasi:

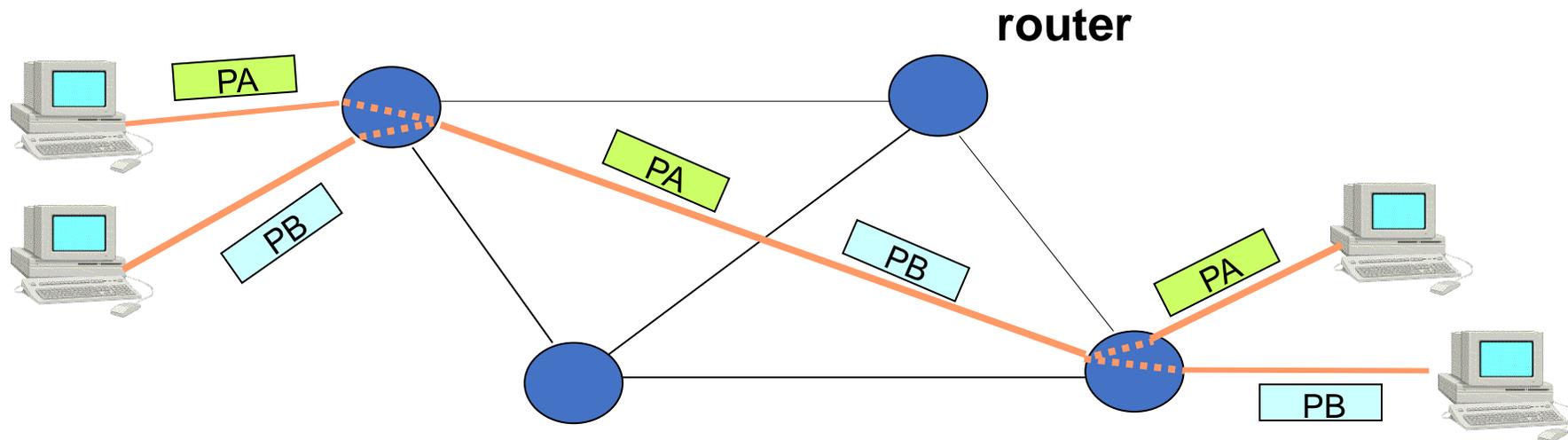
- **instaurazione**: viene creato un circuito dedicato tra i due utenti
- **mantenimento**: il circuito rimane attivo durante tutta la conversazione
- **abbattimento**: al termine della chiamata vengono liberate le risorse impegnate

Generalità sulle reti commutate di comunicazione elettronica

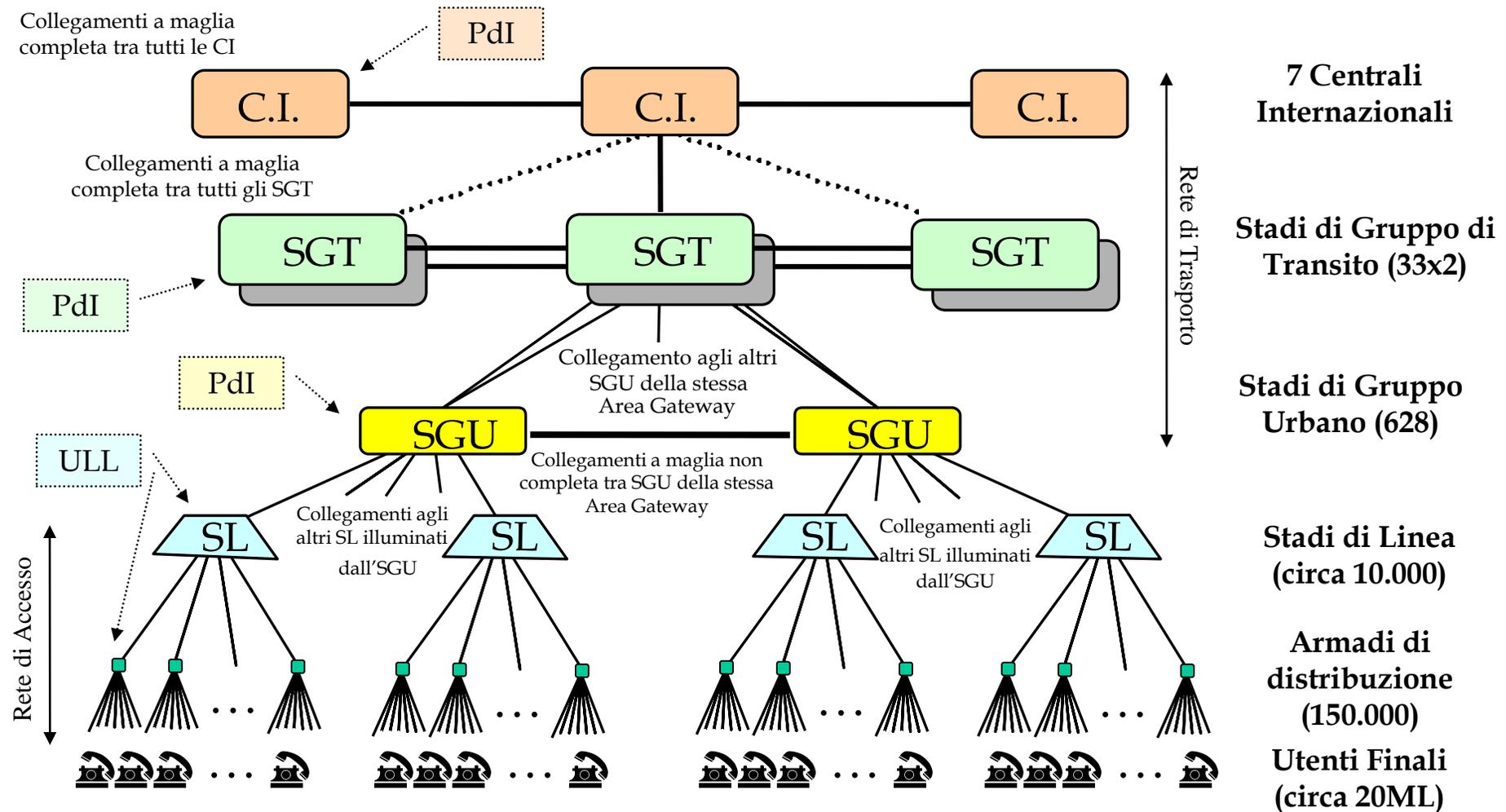
Commutazione di pacchetto : non viene instaurato un collegamento dedicato tra utenti.

I **dati d'utente sono suddivisi in pacchetti** contenenti l'indirizzo del mittente e del destinatario, un numero sequenziale e altre informazioni di servizio.

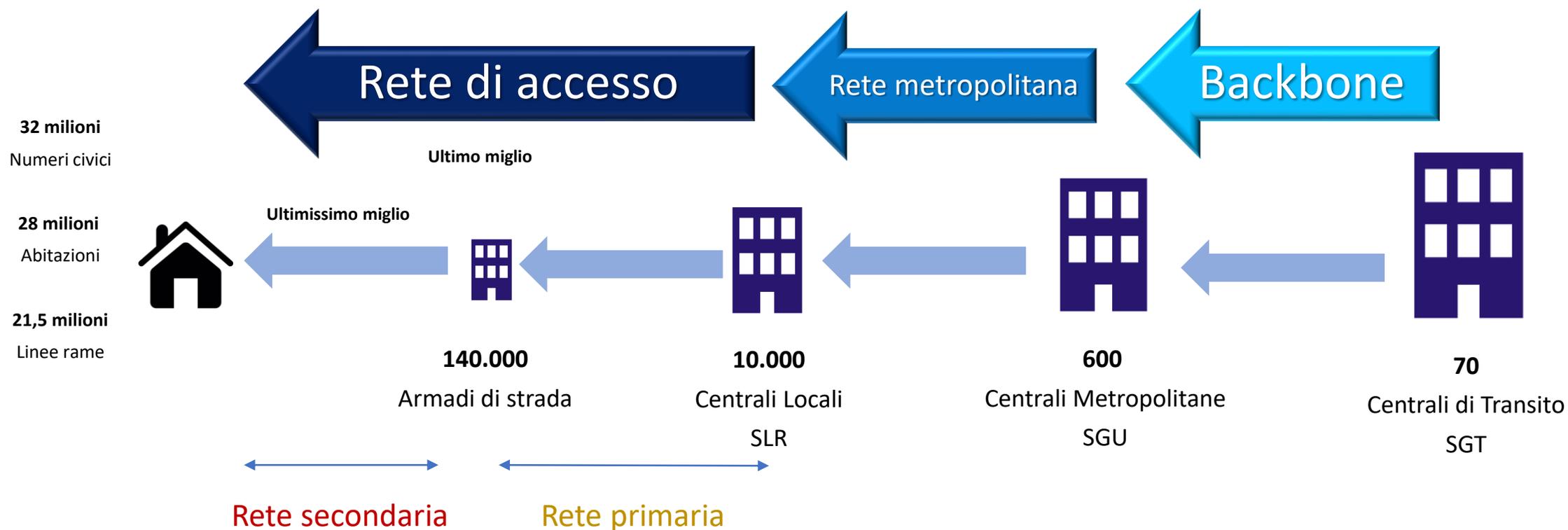
Il **nodo** che riceve il pacchetto determina il *link* d'uscita in base all'indirizzo del destinatario e mette il pacchetto in coda d'attesa in modo da inoltrarlo appena possibile.



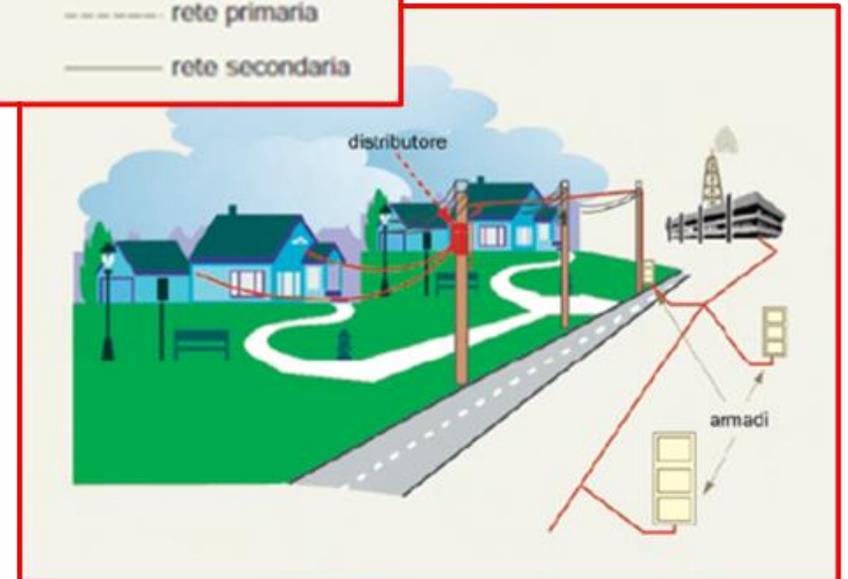
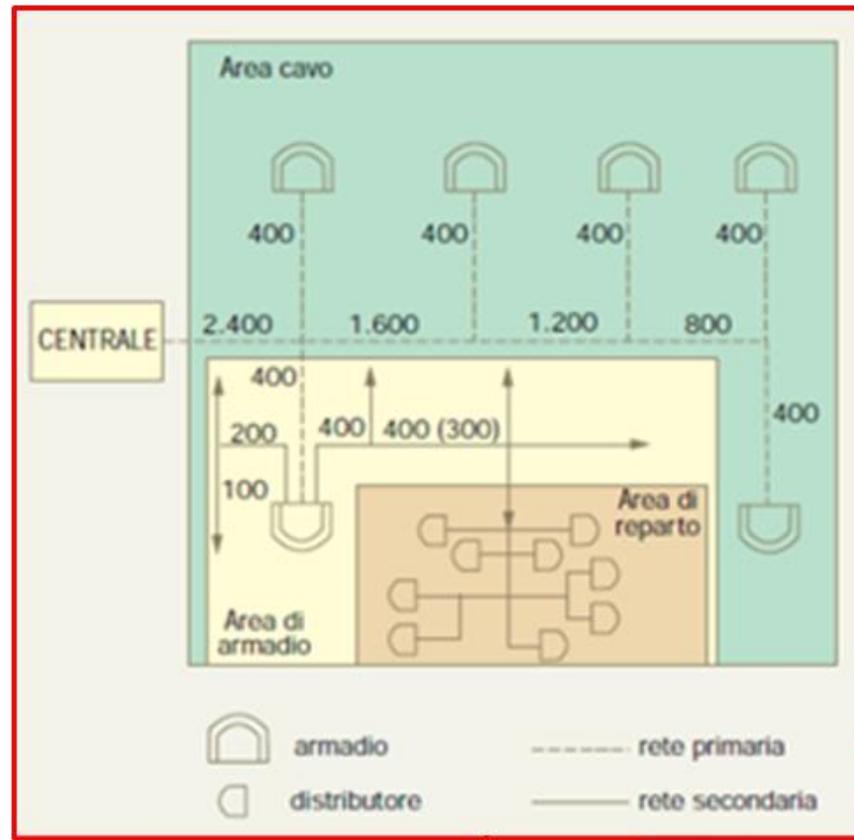
Esempio di schema di rete telefonica a commutazione di circuito (precedente modello di rete di Telecom Italia)



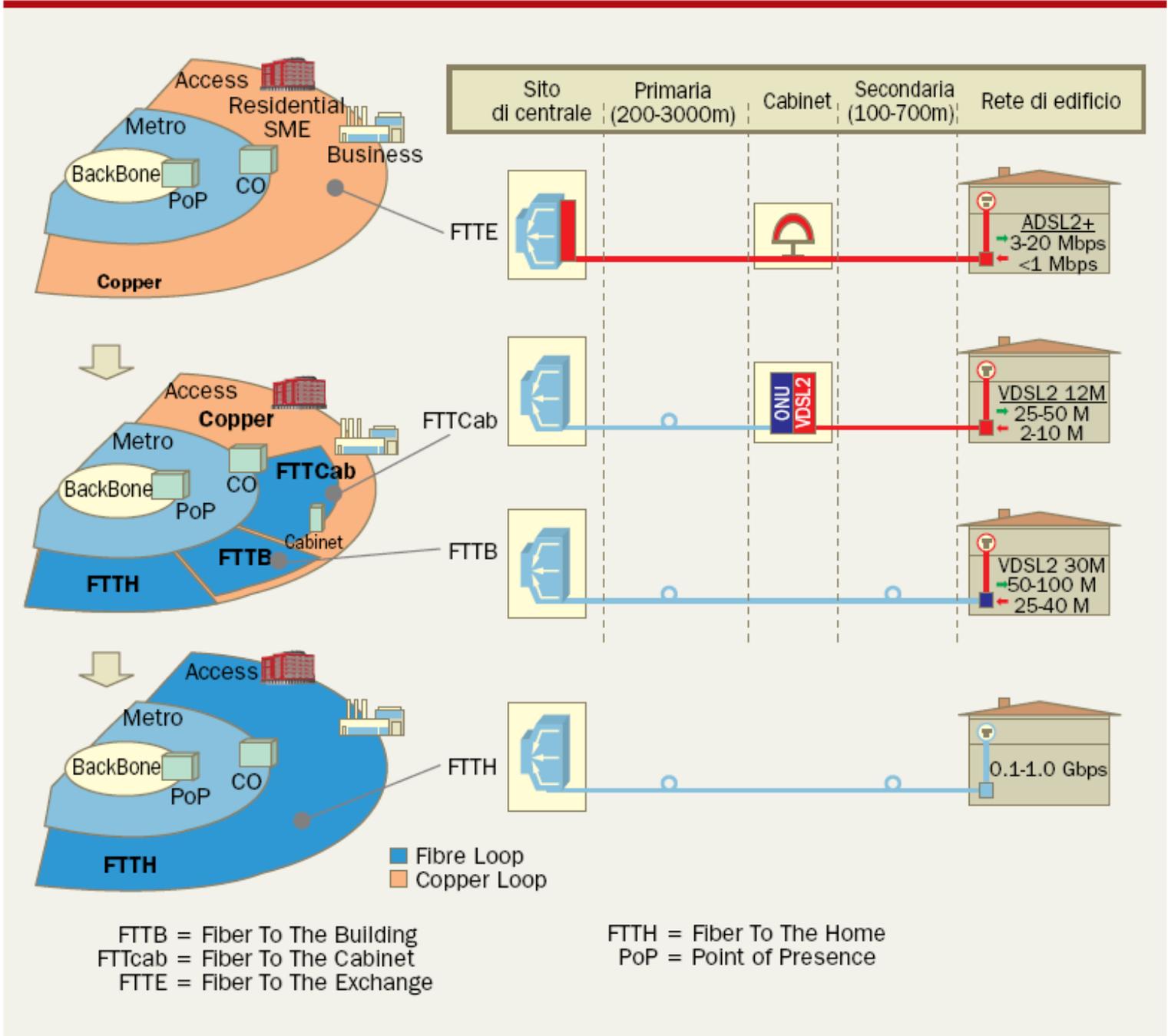
Esempio di architettura della rete TLC in rame di Telecom Italia (modello poi sostanzialmente evoluto nella sezione di trasporto e commutazione, oltre che in accesso)



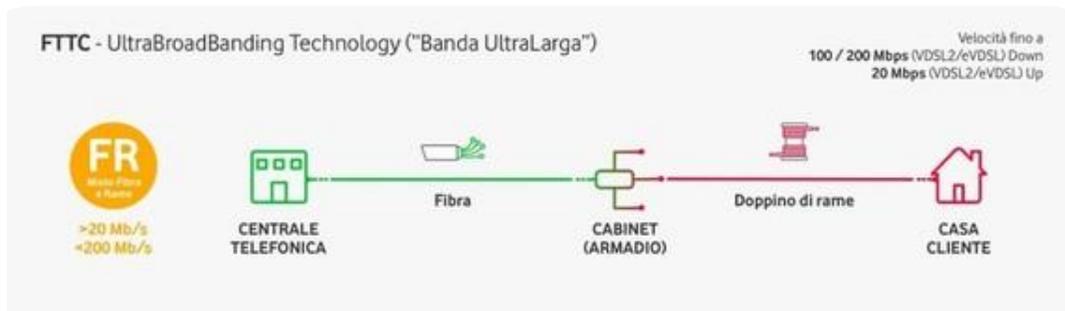
La rete di accesso in rame



Evoluzione della rete di accesso fissa: dal rame alla fibra ottica



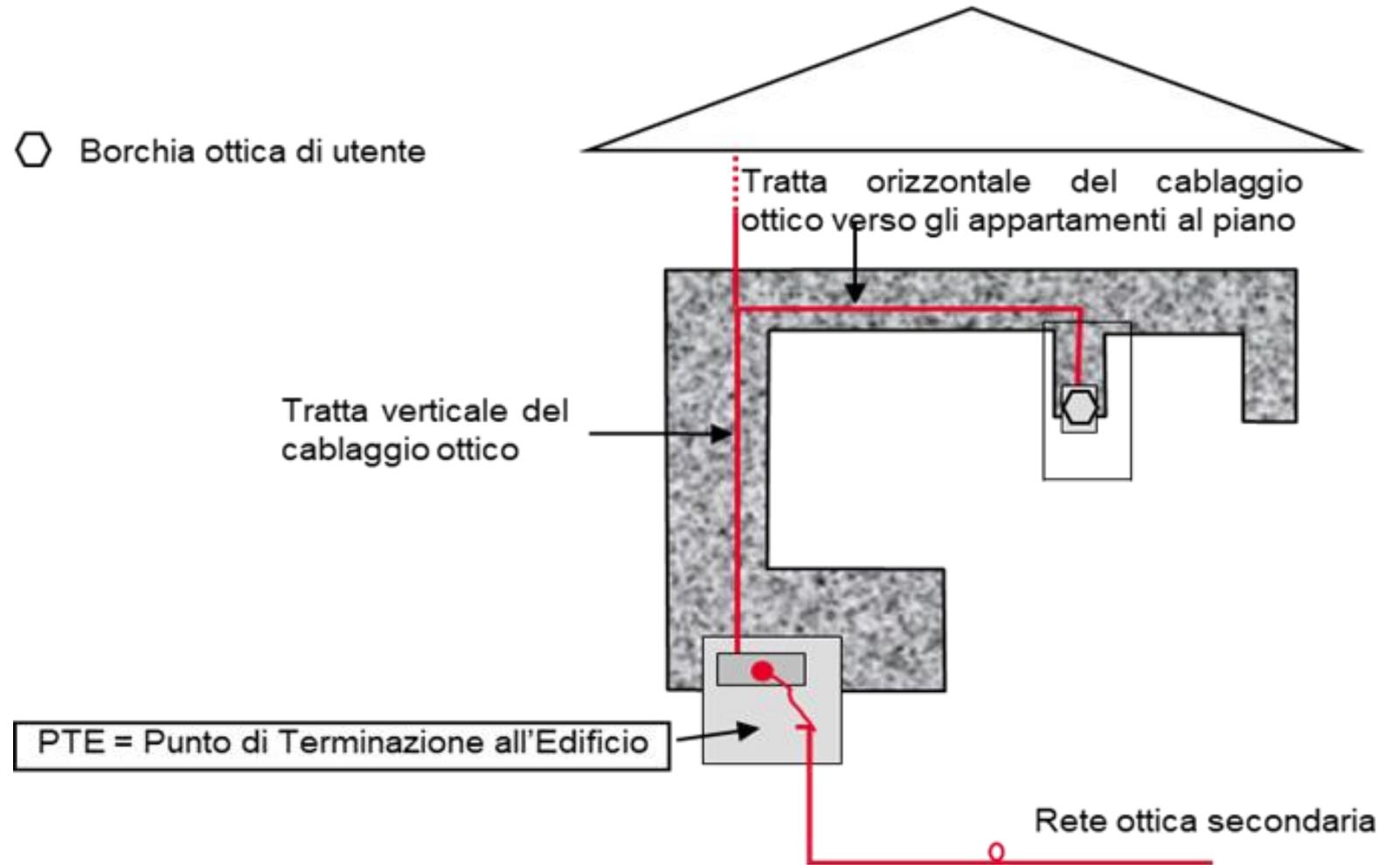
Tecnologie trasmissive in pillole



- ❑ **ADSL:** significa "Asymmetric Digital Subscriber Line" ossia un collegamento su doppino in rame di tipo asimmetrico, per cui la velocità di accesso a Internet ("banda") è molto maggiore in download rispetto all'upload. Il segnale per i dati utilizza una frequenza diversa rispetto a quella della voce (fonia), per questo è possibile sullo stesso doppino sia navigare in internet che telefonare (ADSL su linea RTG).
- ❑ **ADSL2:** evoluzione dell'ADSL, permette una velocità in download maggiore di 8 Mbps ed in upload fino a 1 Mbps (leggermente oltre in alcuni casi).
- ❑ **VDSL2:** un'ulteriore evoluzione tecnica che permette di migliorare la velocità di trasmissione su doppino in rame, specie in abbinamento ad un collegamento di accesso del tipo FTTC.
- ❑ **FTTC:** Fiber-To-The-Cabinet ossia l'architettura di accesso in cui una fibra ottica (di solito da 1 Gbps) collega la centrale telefonica di zona all'armadio stradale Telecom Italia più vicino a voi; il collegamento tra questo armadio e la vostra sede avviene sul normale doppino in rame, per un tratto breve tipicamente inferiore ai 250/300 metri. La velocità di accesso a Internet è molto superiore a quella dell'ADSL, a partire da 30/3 Mbps.
- ❑ **FTTH:** Fiber-To-The-Home ossia un'architettura di accesso in cui una fibra ottica collega la centrale telefonica di zona con l'apparato installato presso la vostra sede.
- ❑ **Fibra ottica:** la trasmissione su fibra ottica sfrutta filamenti in materiale vetroso o polimerico, al cui interno la luce trasporta il segnale.
- ❑ **Banda Nominale:** la velocità massima teorica, quella solitamente indicata nelle pubblicità o nei contratti "fino a N Mbps".
- ❑ **BMG (Banda Minima Garantita):** un valore contrattuale di banda minima che viene garantita ad ogni cliente, in base al tipo di linea, indipendentemente dallo stato della rete .

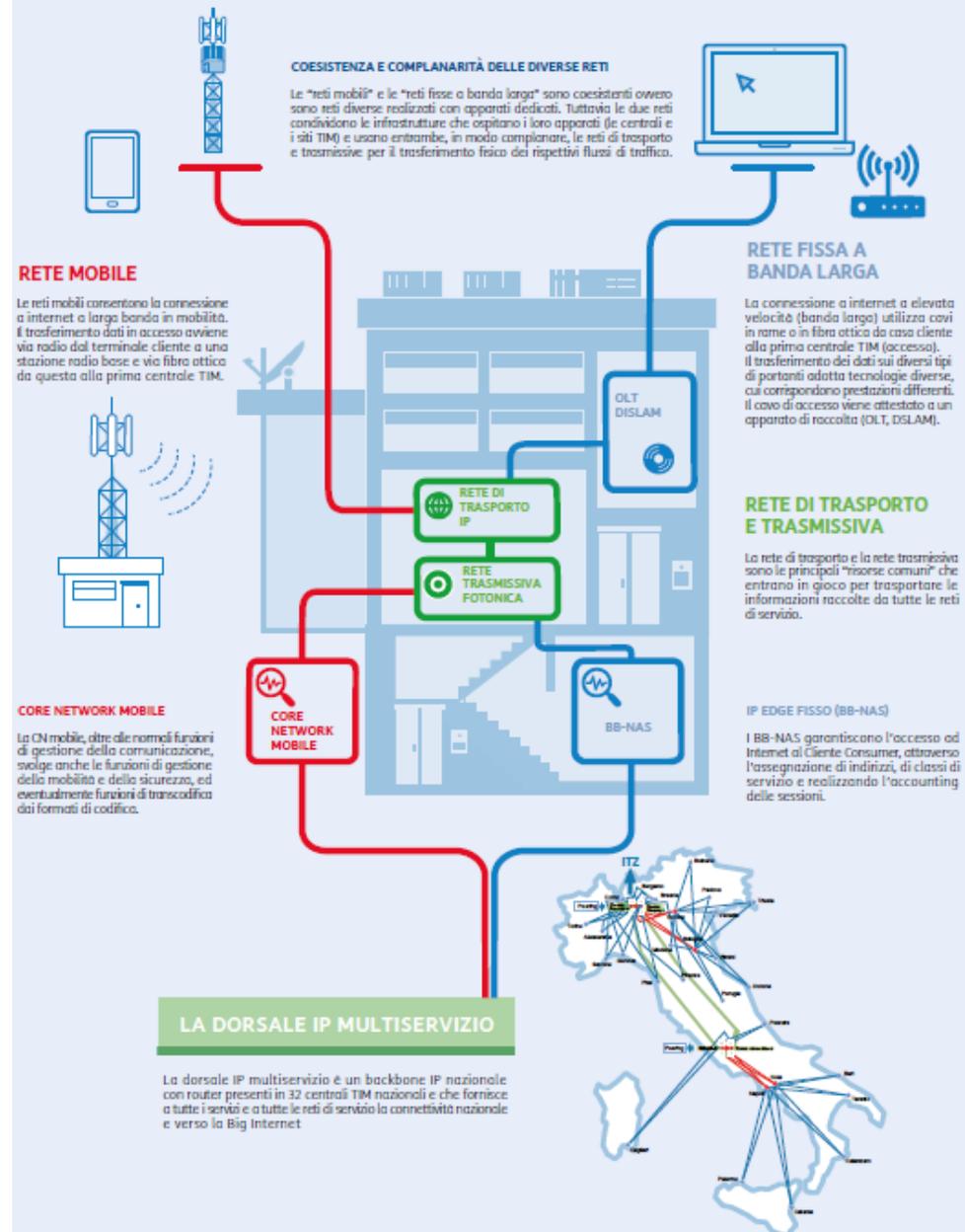
Rete di edificio in fibra ottica

⬡ Borchia ottica di utente



Notebook 2021 TIM: evoluzione della rete

LE RETI DI TELECOMUNICAZIONI IN PILLOLE



Notebook 2021 TIM

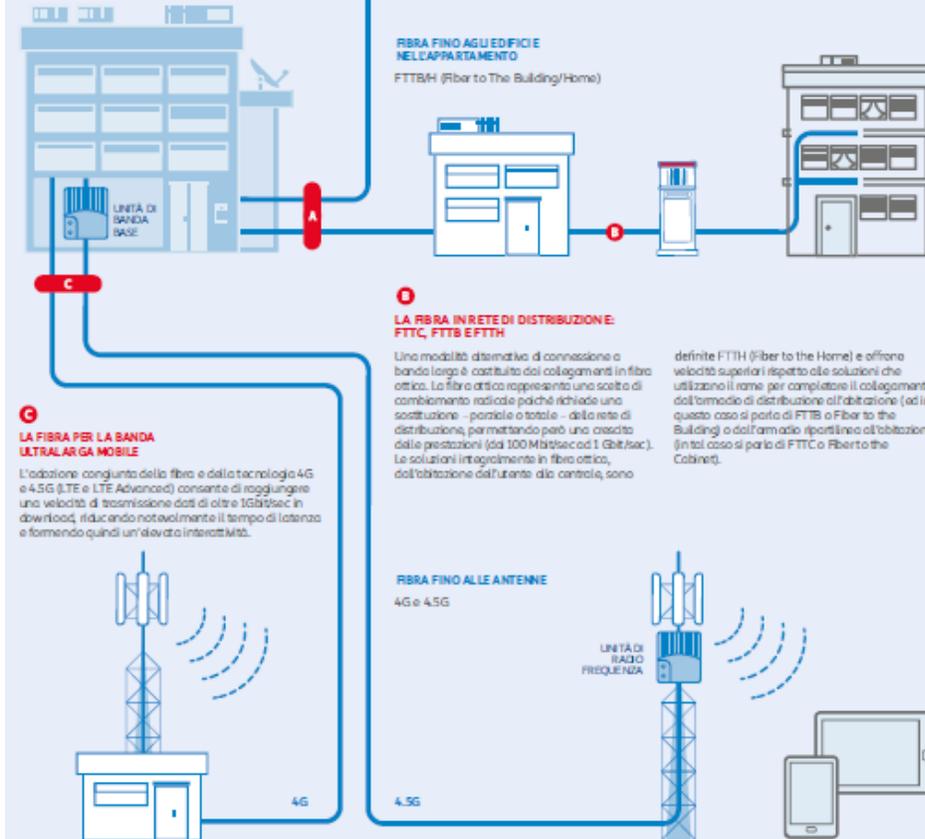
L'INNOVAZIONE DELLA RETE A BANDA ULTRALARGA

L'ESTENSIONE DELLA RETE IN FIBRA OTTICA

A

LA FIBRA IN RETE DI GIUNZIONE

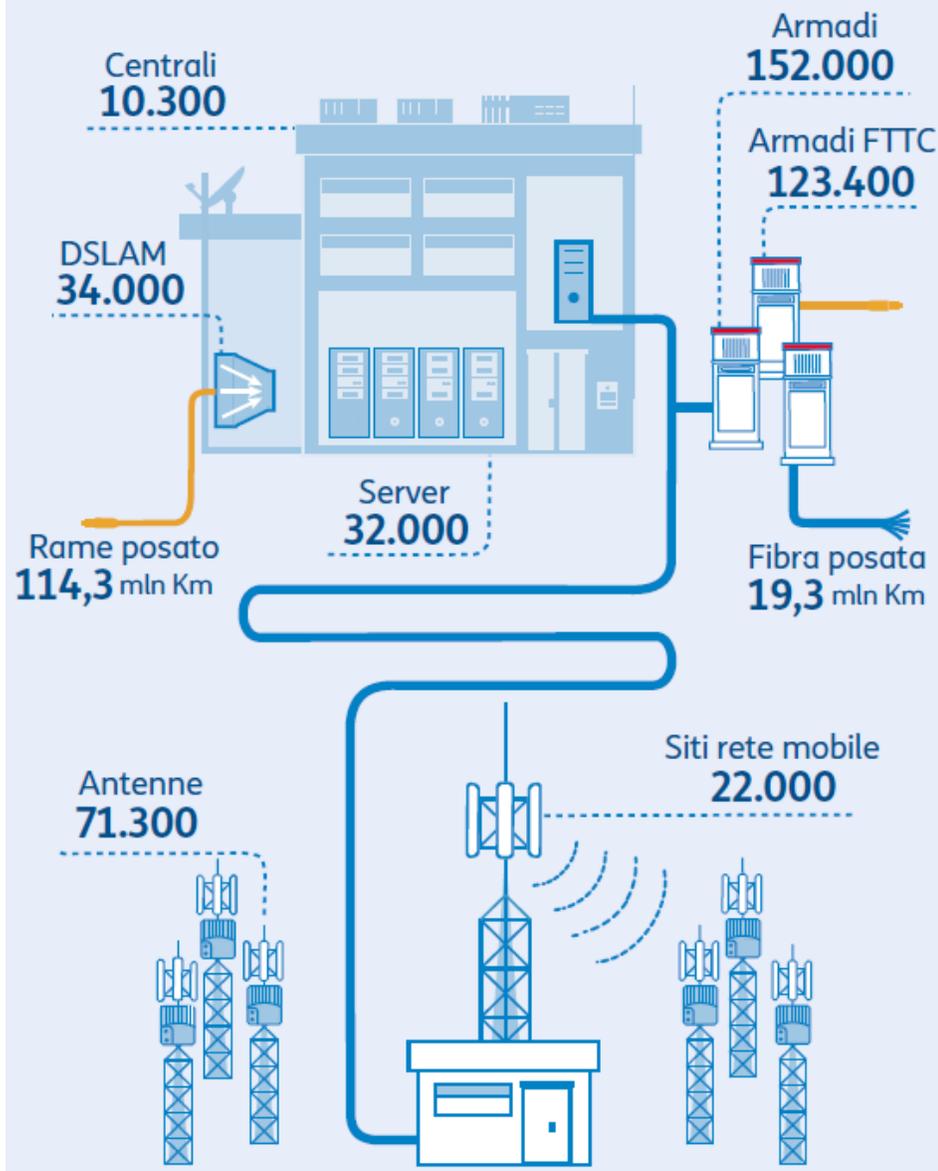
Nel corso degli ultimi anni TIM ha investito in modo significativo sull'ammodernamento della rete di giunzione tra le centrali, incrementando sia la lunghezza che il numero dei collegamenti in fibra ottica tra le centrali stesse.



Notebook 2021 TIM

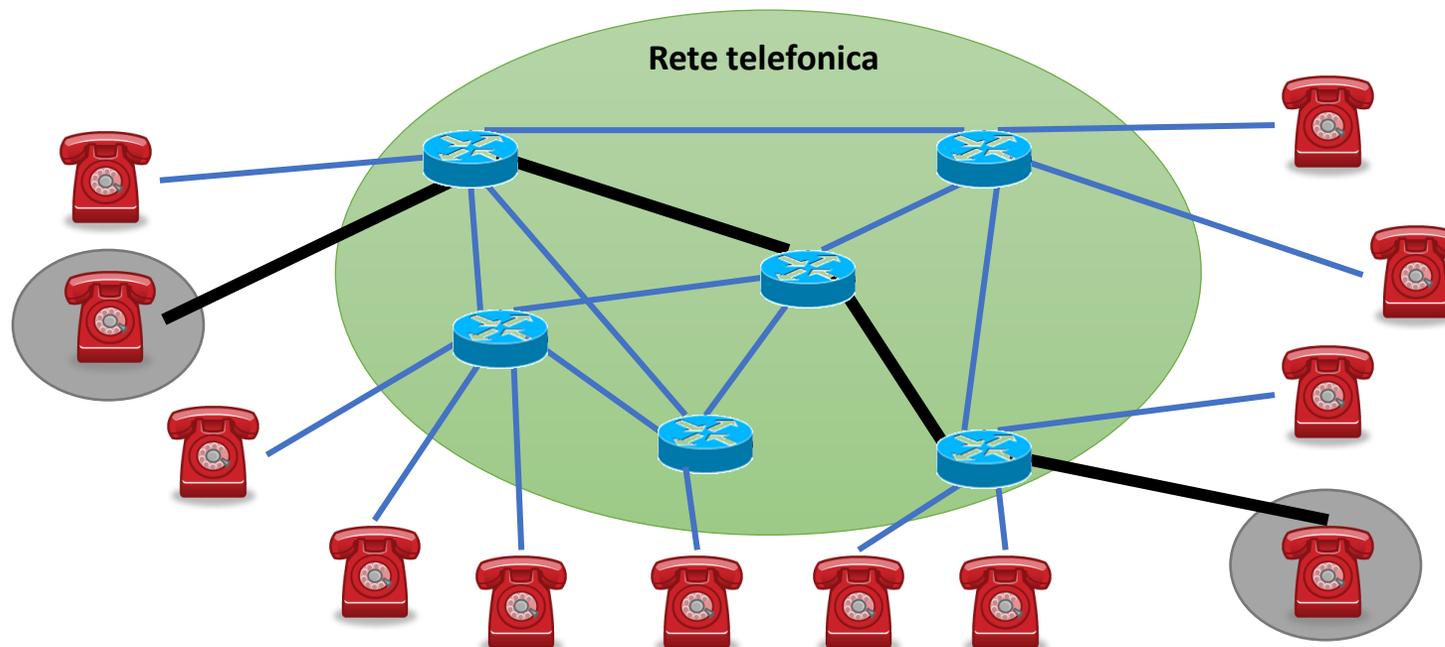
I NUMERI DELLA RETE TIM

(DATI DICEMBRE 2020)



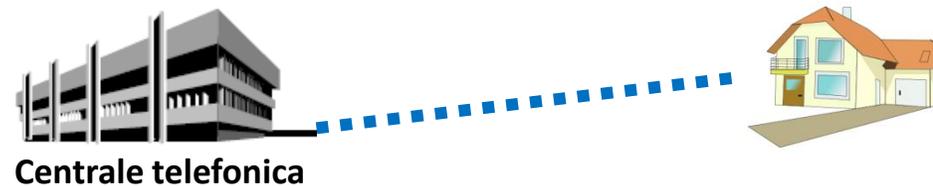
L'uso dei numeri telefonici per l'instradamento delle chiamate

La numerazione è usata dai nodi della rete per determinare il destinatario ed individuare un "percorso" che consenta alle informazioni di giungere a destinazione.



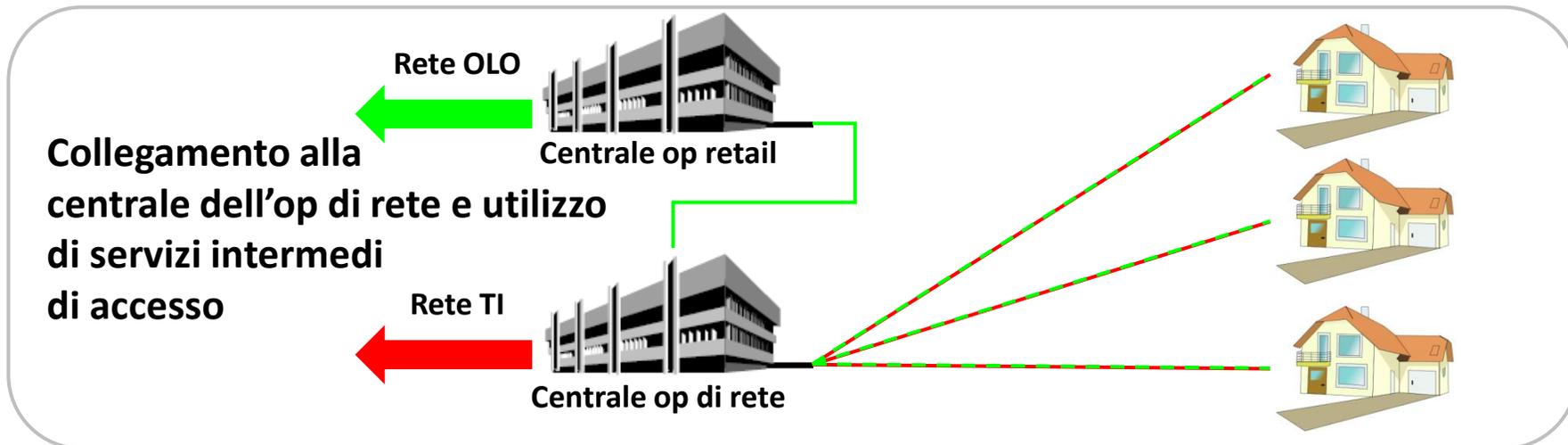
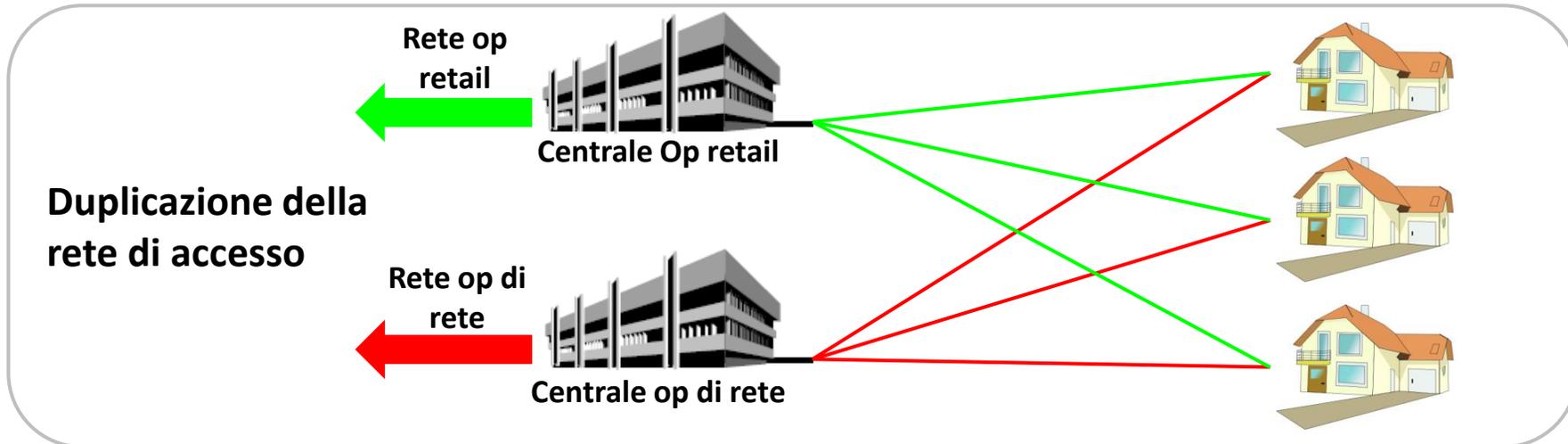
Utilizzo della rete di accesso dell'operatore di rete da parte degli operatori *retail*

- **Accesso**: collegamento tra la sede di utente ed il primo nodo di rete dell'operatore di rete.



- L'operatore *retail* può scegliere se duplicare l'infrastruttura di accesso esistente o erogare i propri servizi al cliente finale usufruendo dei servizi all'ingrosso forniti dall'operatore di rete (chiamati **servizi intermedi di accesso**).

Utilizzo della rete di accesso dell'operatore di rete da parte degli operatori retail



Introduzione alle procedure di trasferimento delle utenze di rete fissa

- Scenario di riferimento: il cliente di un operatore (indicato come **Donating**) decide di cambiare il fornitore di uno o più servizi (voce, dati o entrambi) trasferendo la propria utenza presso un altro operatore (indicato come **Recipient**).
- Le procedure di trasferimento in oggetto si dividono, da un punto di vista regolamentare, in:
 - **Migrazione della linea fisica con portabilità del numero**
 - **Solo portabilità del numero**



Portabilità del numero (NP)

Obbligo previsto dal
Codice per tutti gli
Operatori.

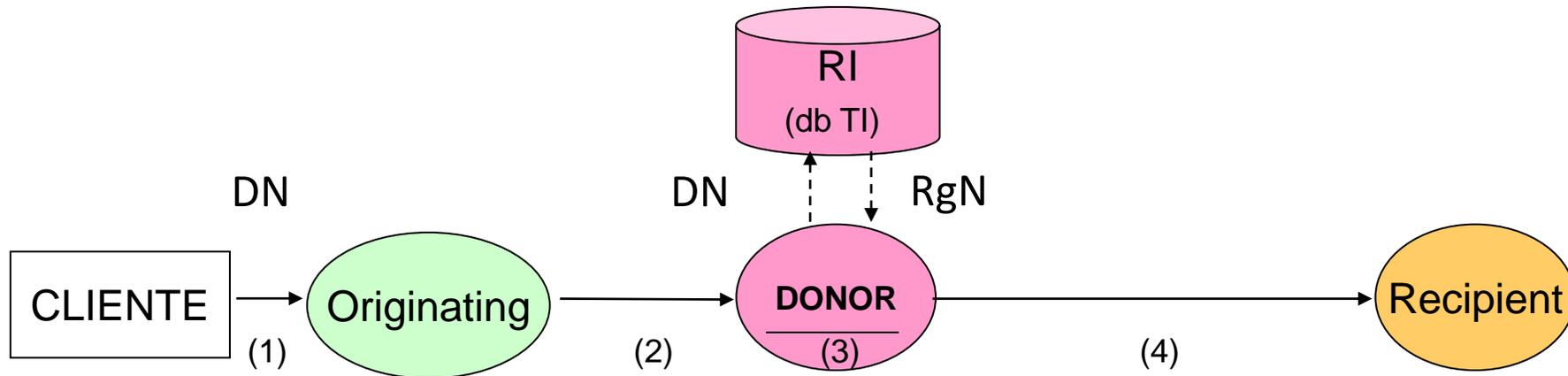
Se cambio operatore
ho diritto a
conservare lo stesso
numero di telefono

Portabilità del numero vs migrazione della linea di accesso

Nel caso di trasferimento del servizio di accesso tramite la procedura di attivazione o migrazione, il cliente può richiedere anche la **contestuale portabilità del numero**.

Se il trasferimento della numerazione **non è associato** ad un contestuale trasferimento della risorsa di accesso la procedura prende il nome di *Number Portability “pura”*.

Portabilità del numero su rete fissa



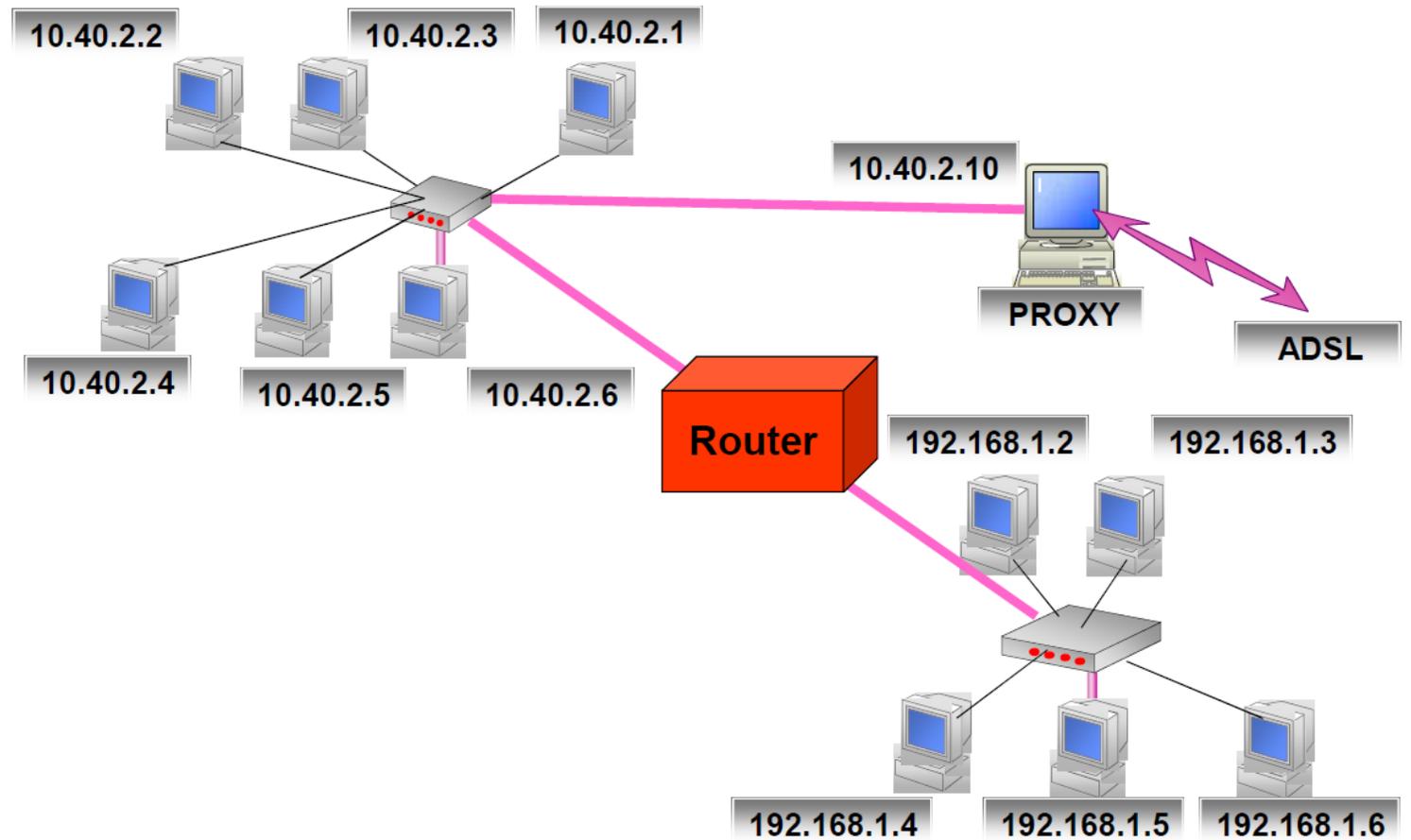
Le reti IP, Internet

Le reti di PC, Internet

- **LAN. Local Area Network.** Rete su area locale. Si tratta di piccole reti di computer estese su aree ridotte come una stanza o al massimo un edificio. Una LAN si ha in una piccola azienda o, comunque, laddove le informazioni rimangono all'interno dell'azienda.
- **MAN. Metropolitan Area Network.** (Rete civica) Si appoggia a reti pubbliche, come quella telefonica. Tale rete raggiunge tutti gli edifici e quindi può collegare reti locali (**LAN**).
- **WAN. Wide Area Network.** Reti su grande area geografica. Essi connettono **LAN** e **MAN**. Tale rete fa uso di tutti i mezzi trasmissivi (satellite, fibra ottica, ecc.). **Internet** è una **WAN** per eccellenza.
- **PAN. Personal Area Network**

Interconnessione di reti locali

Router: Apparecchiatura che instrada i pacchetti da una rete all'altra sulla base dell'indirizzo di destinazione



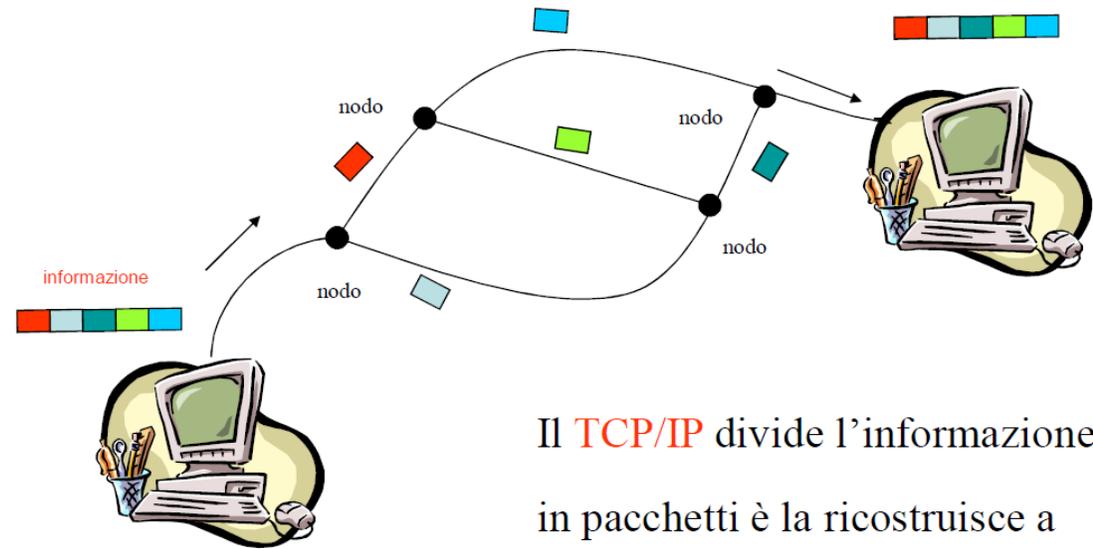
Internet

INTERNET interconnette migliaia di sottoreti di computer.

Questo è reso possibile dalla condivisione di un insieme di regole comuni; il "**protocollo di comunicazione**" conosciuto come:

TCP/IP

(**T**ransfert **C**ontrol **P**rotocol / **I**nternet **P**rotocol).



Il **TCP/IP** divide l'informazione in pacchetti e la ricostruisce a destinazione

Applicazioni: esempi

Protocolli ad alto livello per utilizzare i servizi disponibili su *Internet:*

- **HTTP** (**H**yper**T**ext **T**ransfer **P**rotocol) Accesso alle pagine ipertestuali (**WEB**) nell'ambito del **WWW**.
- **FTP** (**F**ile **T**ransfer **P**rotocol) trasferire e copiare file.
- **SMTP** (**S**imple **M**ail **T**ransfer **P**rotocol) Spedizione di messaggi di posta elettronica (**E-mail**)
- **POP3** (**P**ost **O**ffice **P**rotocol **3**) Gestione delle caselle per la ricezione di posta elettronica (**E-mail**)
- **NNTP** (**N**etwork **N**ews **T**ransfer **P**rotocol) Trasferimento di messaggi di **newsgroup**.



Indirizzi IP

Ogni computer connesso in rete deve possedere un indirizzo numerico univoco chiamato **IP Address**, il quale è composto da una sequenza di **4 gruppi da un Byte ciascuno**, siccome l'**IP** è espresso in decimale ogni gruppo può assumere il valore massimo di **255**.

Es. di IP: **198. 75. 110. 27**

	Da	a	
0 (0)	0.0.0.0	127.255.255.255	A
10 (2^7)=128	128.0.0.0	191.255.255.255	B
110 (2^7+2^6)=192	192.0.0.0	223.255.255.255	C
1110 ($2^7+2^6+2^5$)=224	224.0.0.0	239.255.255.255	E
1111 ($2^7+2^6+2^5+2^4$)=240	240.0.0.0	255.255.255.255	F

Non utilizzata

DHCP

acronimo dall'inglese **D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol (protocollo di configurazione dinamica degli indirizzi) è un protocollo usato per assegnare gli indirizzi IP ai calcolatori di una rete. In una rete basata sul protocollo IP, ogni calcolatore ha bisogno di un indirizzo IP, scelto in modo tale che appartenga alla sottorete a cui è collegato e che sia unico, ovvero che non ci siano altri calcolatori che stiano già usando quell'indirizzo.

DNS

DNS

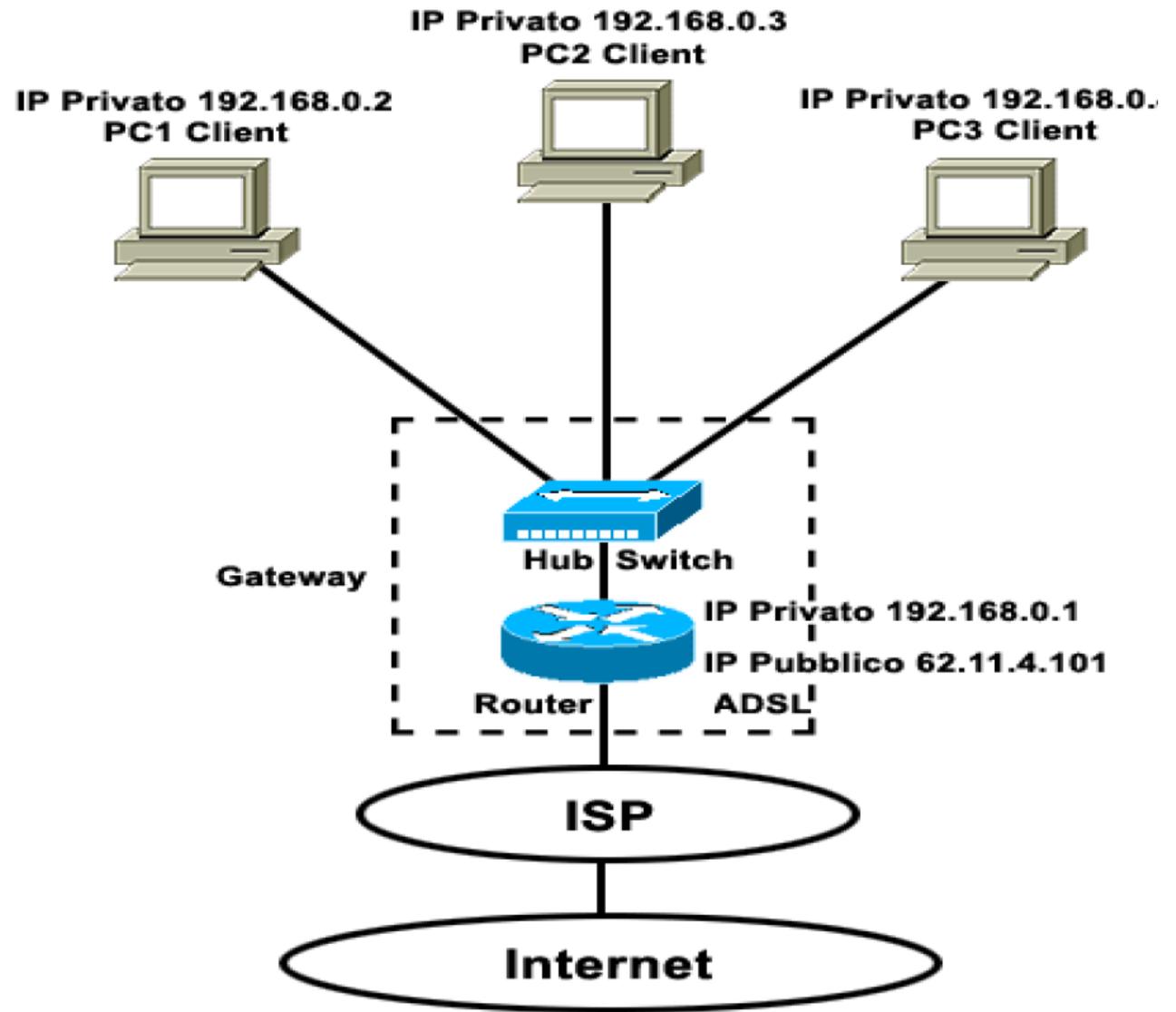
Non è facile ricordare l'**IP** di un sito per questo a ogni **IP** è associata una stringa di caratteri chiamata **URL**

Esempio:(www.itisff.it).

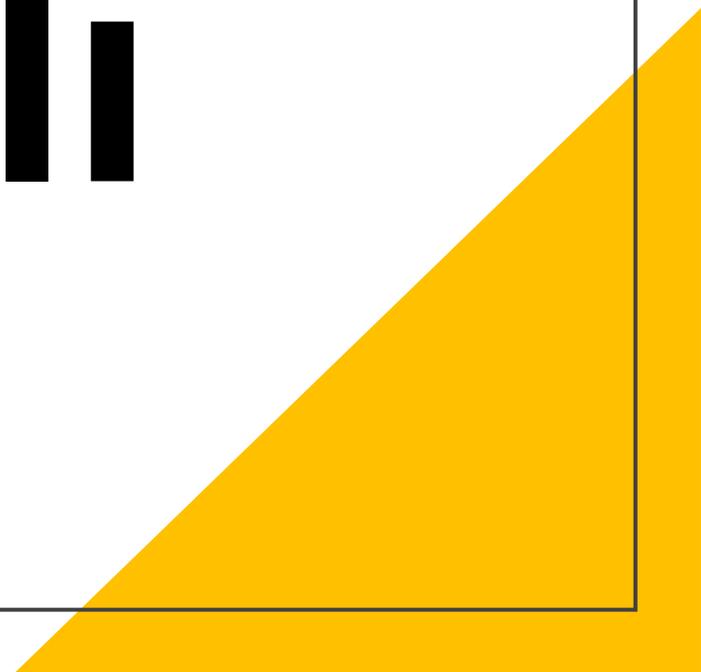
Presso ogni Service Provider esiste un server **DNS** **Domain Name System**, il quale è un sistema di database per l'associazione **IP - URL**.

L'operazione di convertire un nome in un indirizzo IP è detta **risoluzione DNS**.

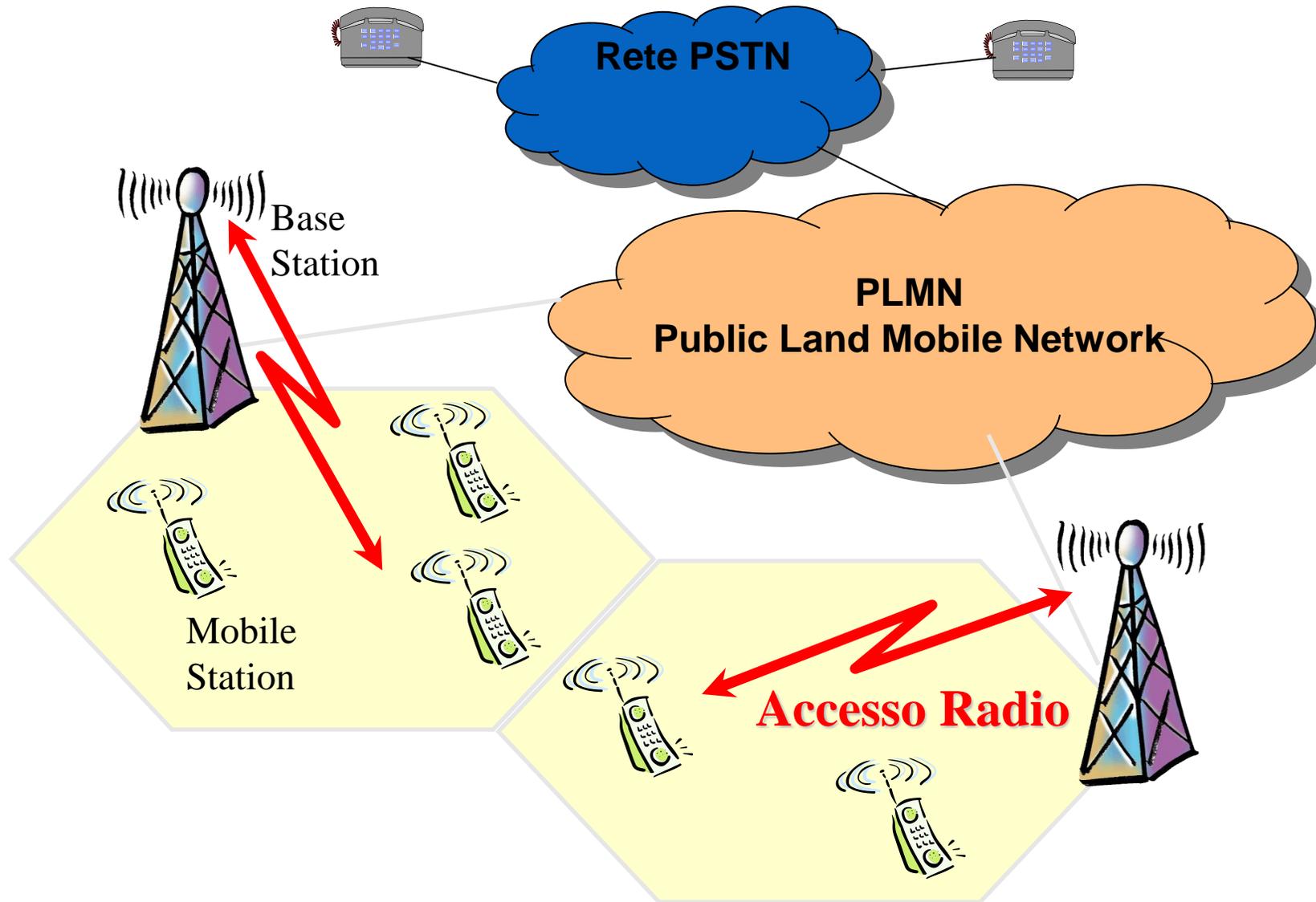
Accesso ad Internet



Le reti radiomobili



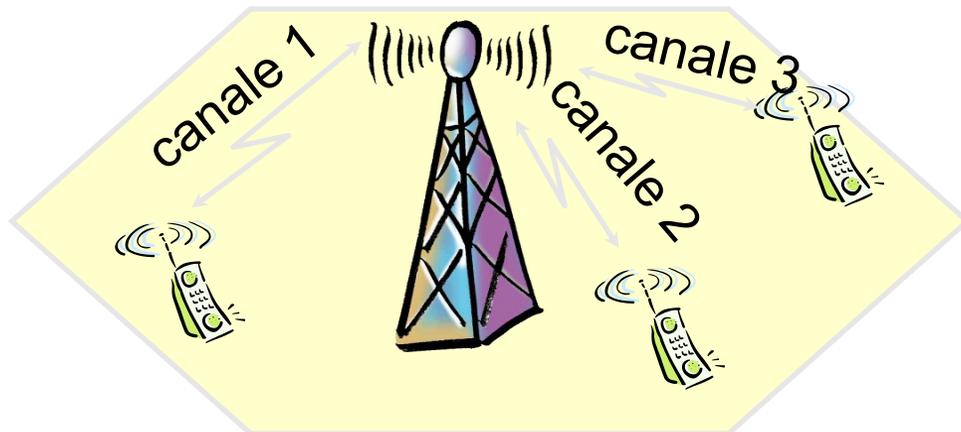
Architettura di una rete radiomobile (1)



Architettura di una rete radiomobile (2)

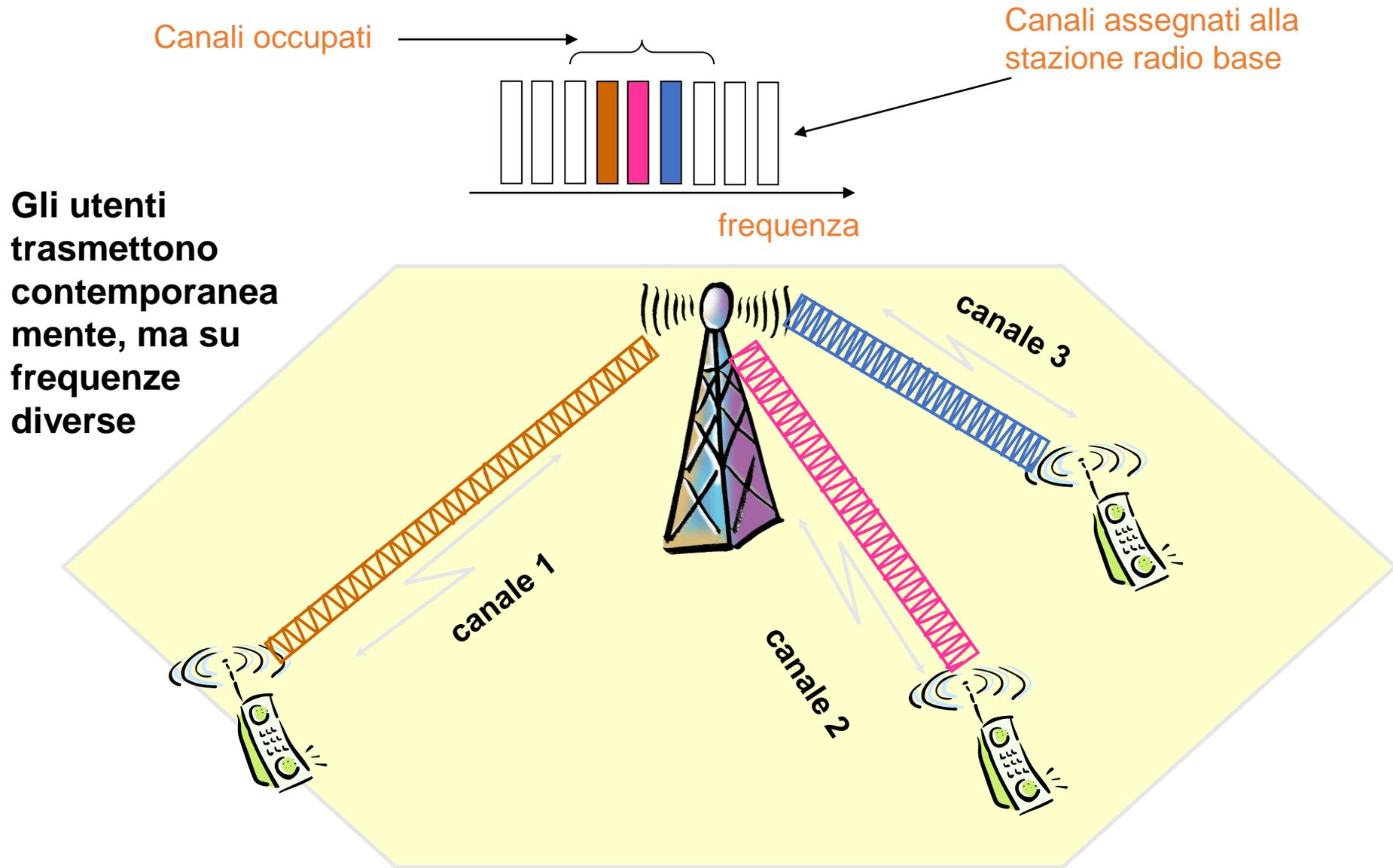
Il problema dell'*Accesso Multiplo*

- Il mezzo trasmissivo radio è condiviso
- Come è possibile suddividere la risorsa tra i vari utenti?
- Come è possibile capire ogni utente?



Architettura di una rete radiomobile: esempi di accesso multiplo (3)

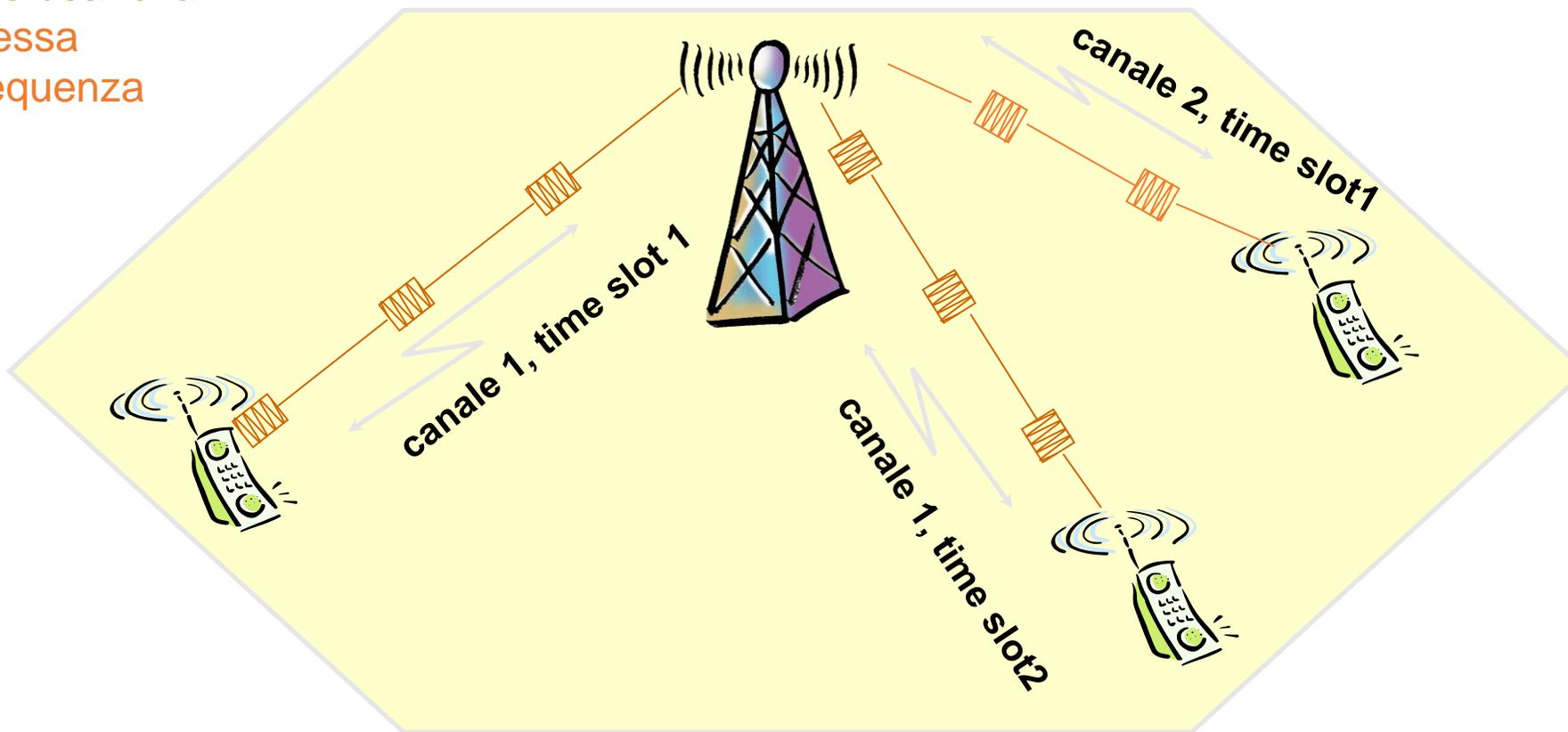
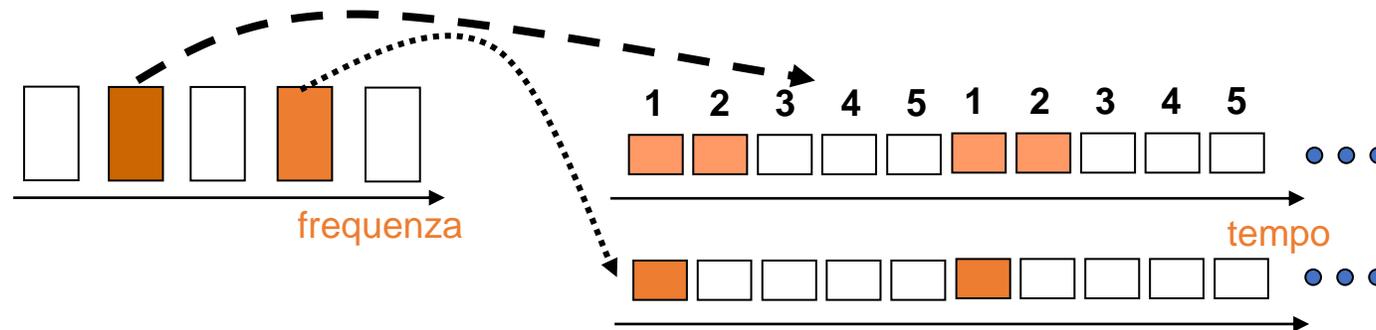
Accesso FDMA (E-TACS)



Architettura di una rete radiomobile: esempi di accesso multiplo (4)

Accesso TDMA/FDMA (GSM)

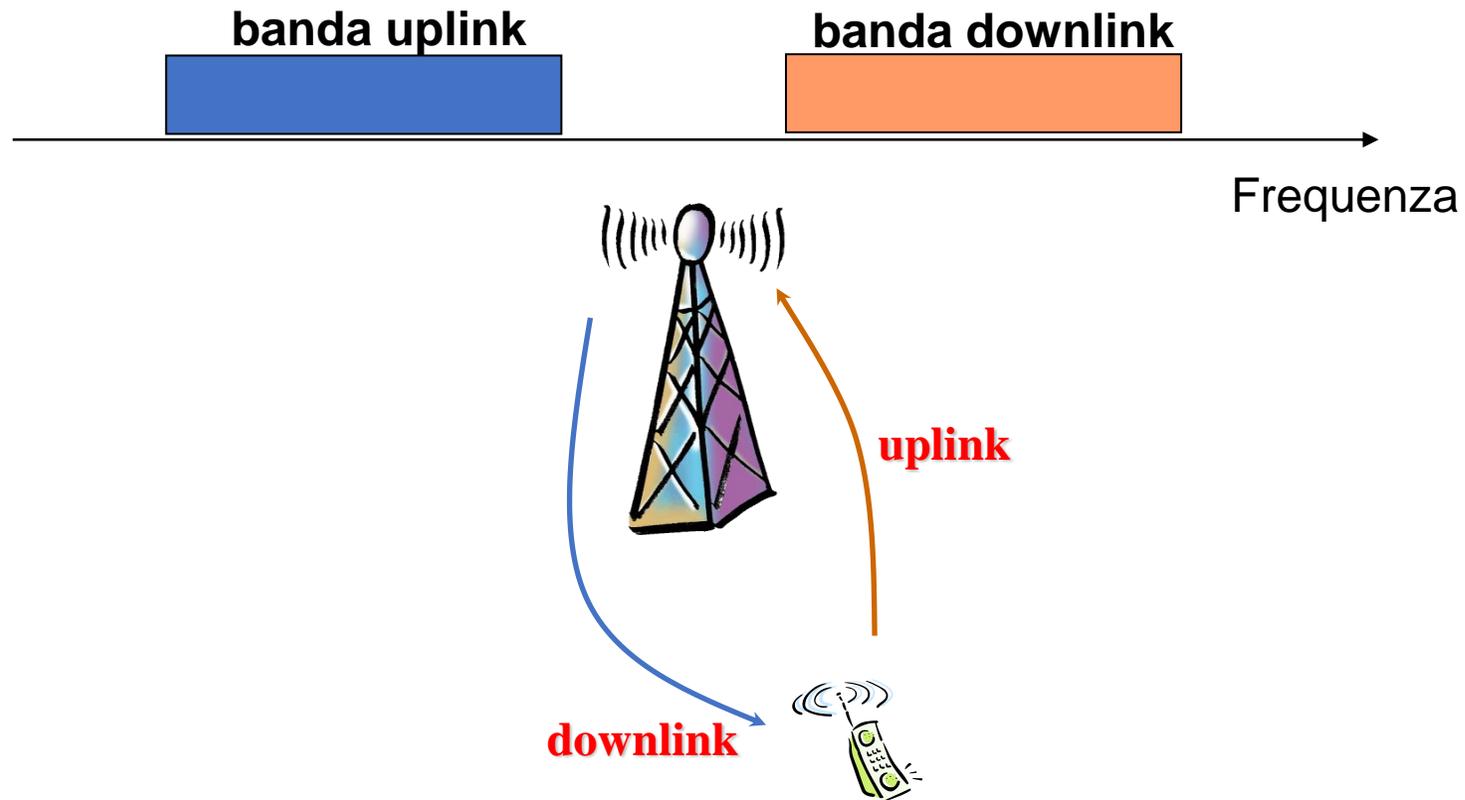
Ogni utente trasmette in un intervallo temporale (*time slot*) diverso dagli altri utenti che usano la stessa frequenza



Architettura di una rete radiomobile (5)

Separazione tra *downlink* e *uplink*

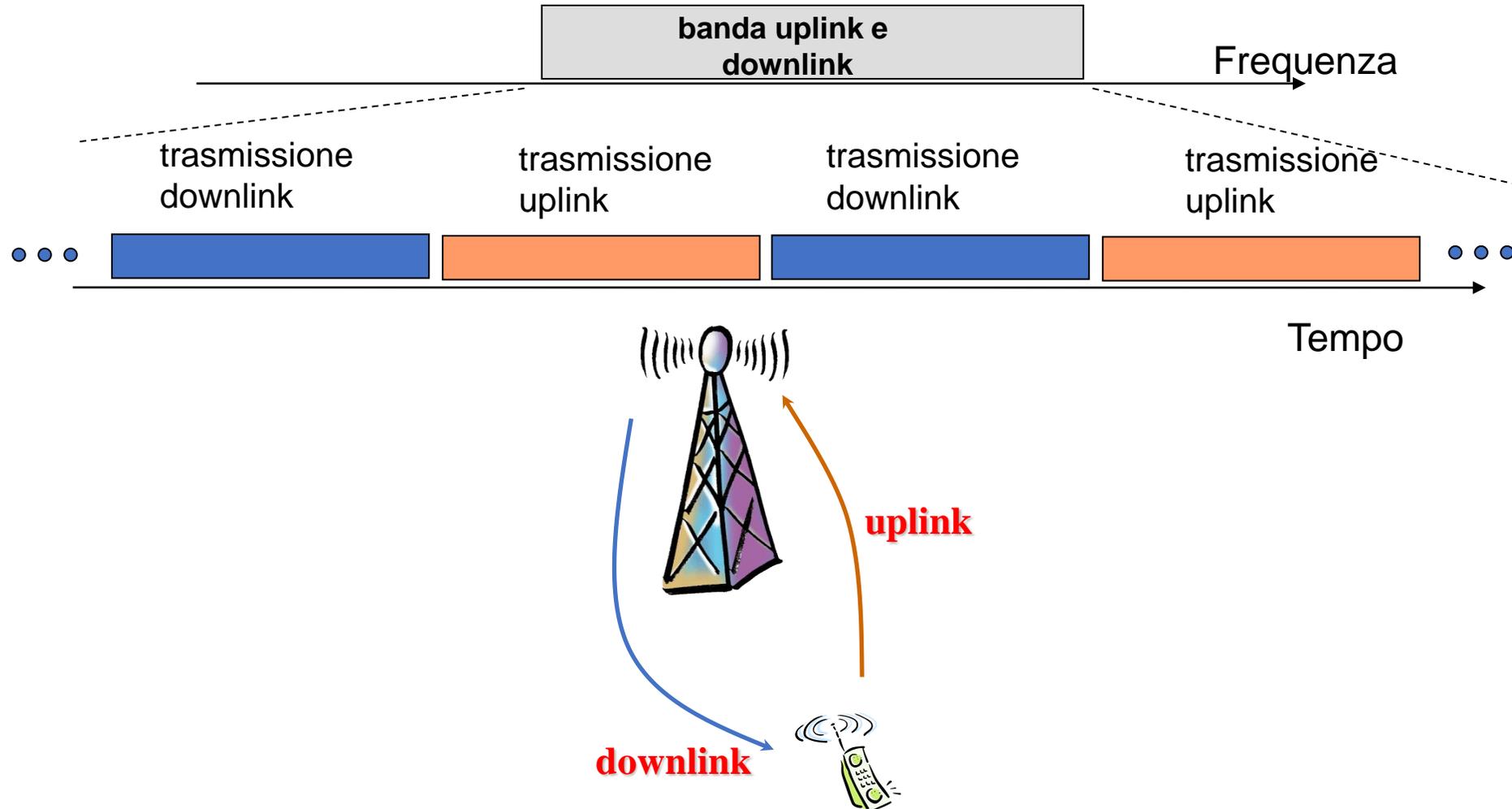
Approccio **FDD** (frequency Division Duplexing): **bande allocate differenti**



Architettura di una rete radiomobile (6)

Separazione tra *downlink* e *uplink*

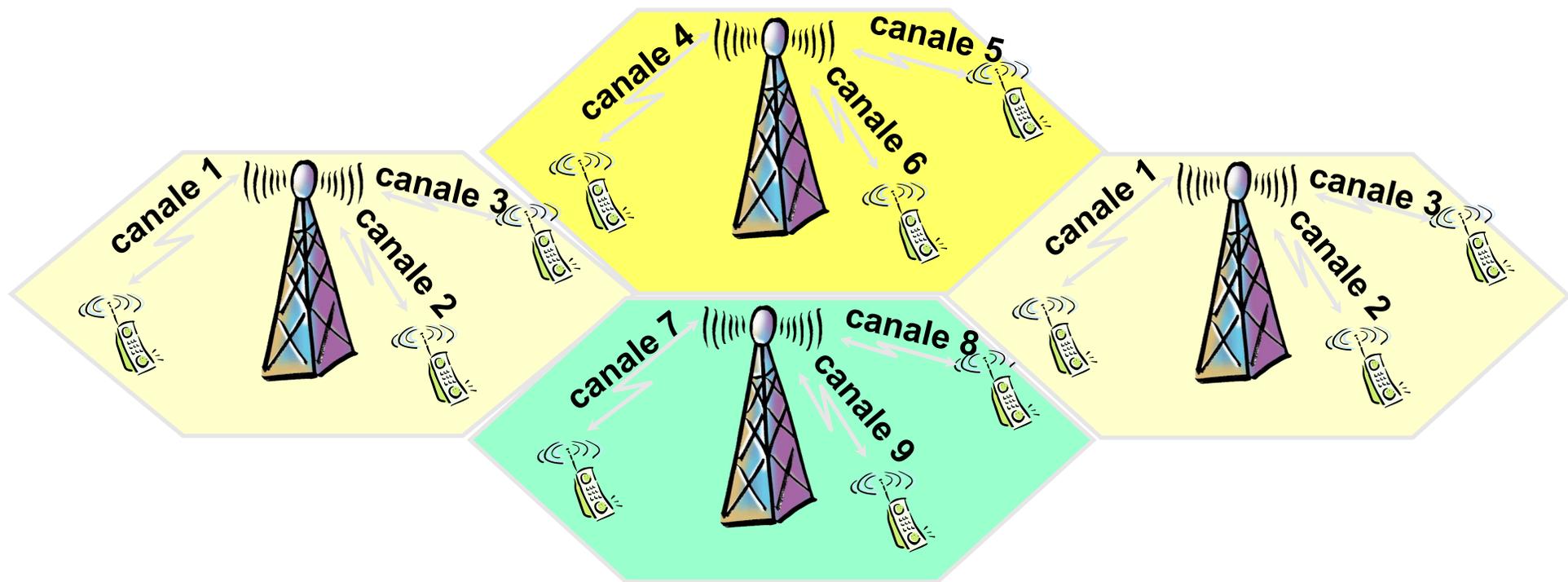
Approccio **TDD** (Time Division Duplexing): **intervalli temporali allocati differenti**



Architettura di una rete radiomobile (7)

Riuso di frequenza

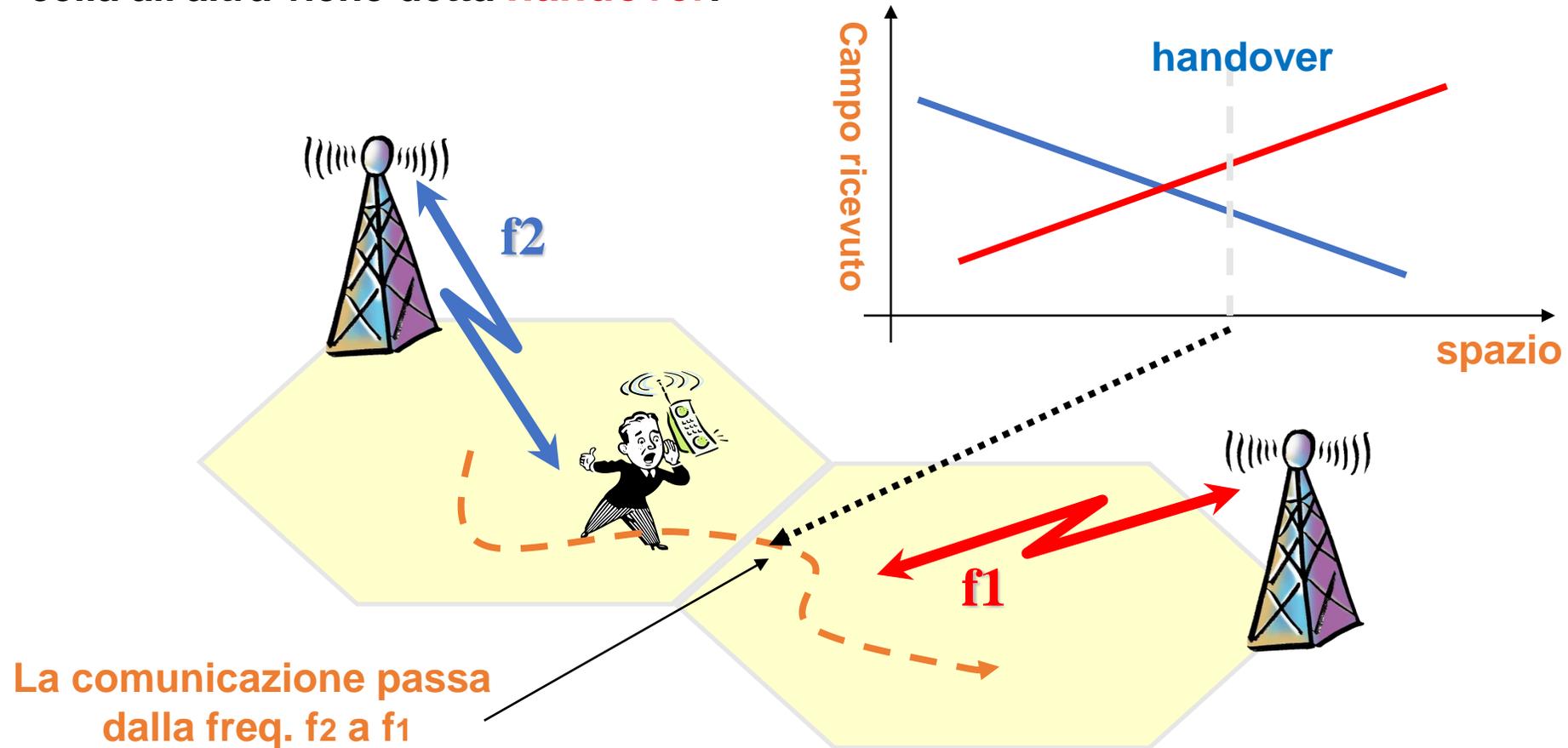
I sistemi cellulari applicano la tecnica del riutilizzo delle frequenze: una frequenza, canale, viene utilizzata più volte in, luoghi diversi (celle) sufficientemente lontani tra loro. Ogni cella è servita da una stazione radio base che trasmette su un insieme di canali radio, diversi da quelli utilizzati nelle celle adiacenti, per evitare interferenze.



Architettura di una rete radiomobile (8)

Se durante gli spostamenti l'utente passa da una cella ad un'altra, è necessario per evitare la caduta della comunicazione che il terminale mobile si sintonizzi su una nuova frequenza, tipicamente quella ricevuta meglio tra le frequenze della nuova cella.

La procedura con la quale si effettua il cambio di frequenza nel passare da una cella all'altra viene detta **handover**.



Architettura di una rete radiomobile (9)

Base Transceiver Station (BTS)

Con il termine **BTS** si indica l'unità funzionale costituita dall'insieme dei **transceiver** (ricetrasmittitori) e degli apparati che consentono di fornire la copertura radio ad una cella. Solitamente ci si riferisce alle **BTS** anche con il termine **Stazioni Radio Base (SRB)**.

La diffusione e ricezione del segnale radio viene effettuata tramite antenne poste su un traliccio.



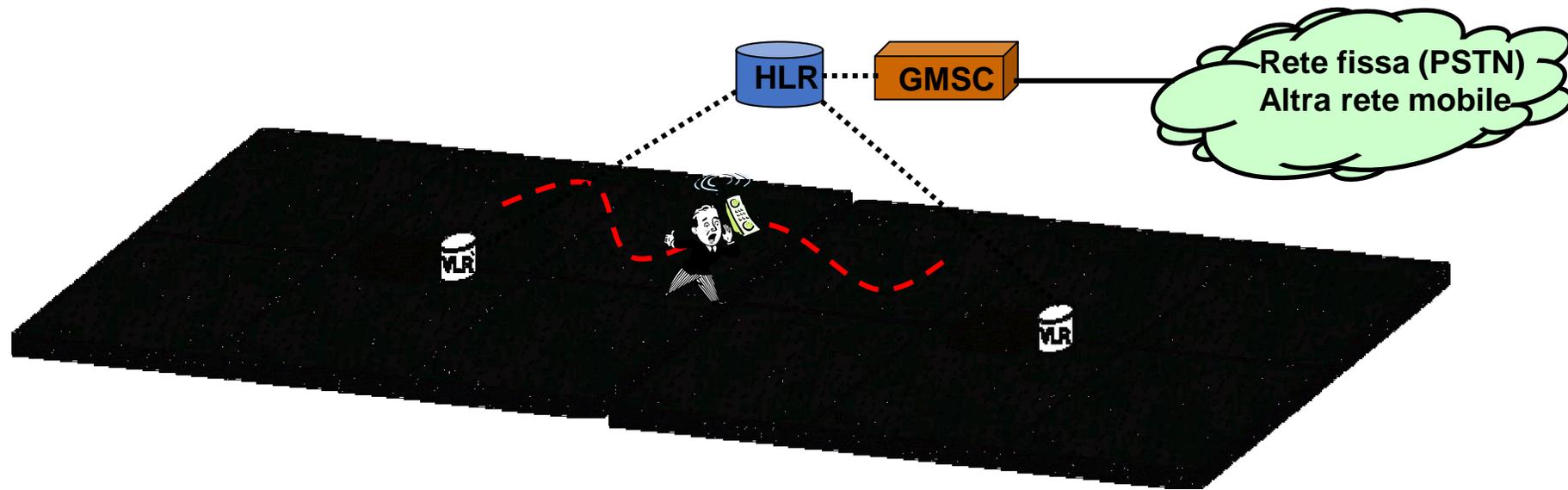
Gestione della mobilità: il ruolo del VLR e dell' HLR (10)

Il roaming è la possibilità di potersi spostare liberamente sul territorio servito dal proprio gestore, ed anche su quello servito dagli altri gestori mobili della stessa nazione o di altre nazioni, avendo sempre la possibilità di chiamare o essere rintracciato.

Affinché ciò sia possibile l'area geografica di servizio del sistema mobile è suddivisa in **Location Areas**. Più LA sono gestite da una centrale telefonica (MSC, *Mobile Switch Center*).

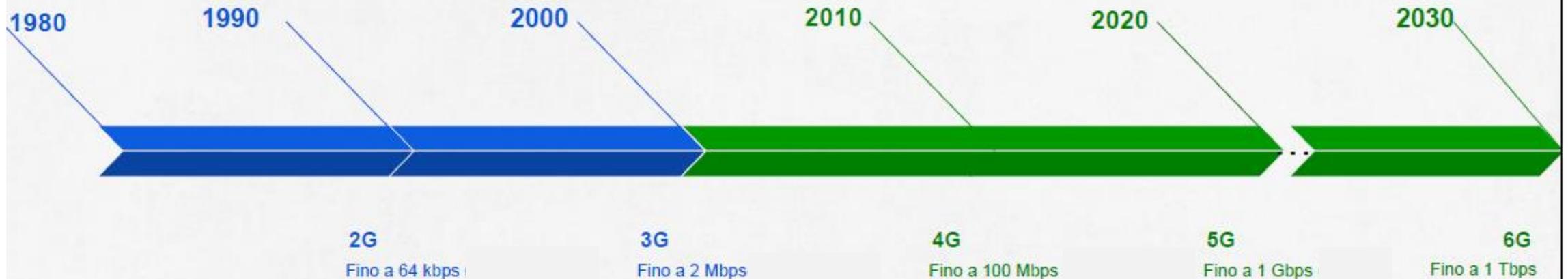
Il registro VLR (*Visitor Location register*) conosce sempre la **Location Area** in cui una *mobile station* si trova.

L'HLR (**Home Location register**) sa presso quale VLR ogni mobile (MS) è **registrato**: quando una MS (mobile station) entra nell'area coperta da un nuovo MSC, viene inserito nel registro dei visitatori (VLR) di quel MSC e contemporaneamente il registro generale degli utenti (HLR) viene aggiornato per tenere conto della nuova posizione geografica del terminale.



Verso le reti 5G – 6G

Si assiste ad un'**evoluzione tecnologica ogni 10 anni** con conseguente incremento di prestazioni in termini **di velocità di trasmissione dati**





Il 5G

- Il termine 5G (acronimo di 5th Generation) indica l'insieme di tecnologie di telefonia mobile e cellulare, i cui standard definiscono la **quinta generazione della telefonia mobile** con una significativa evoluzione rispetto alla tecnologia 4G/LTE-Advanced. La sua distribuzione globale si è avviata nel 2019.
- 5G rappresenta la **quinta generazione della tecnologia cellulare**. È stato progettato per incrementare la velocità, ridurre la latenza e **migliorare la flessibilità dei servizi wireless**. La tecnologia 5G ha una velocità di picco teorica di 10 Gbps superiore al 4G.
- 5G promette inoltre una latenza inferiore, il che può migliorare le prestazioni delle applicazioni aziendali, oltre a quelle di altre esperienze digitali (quali online gaming, videoconferenze e sistemi di guida senza conducente).

La potenzialità del 5G risiede nella capacità di adattarsi a gestire servizi con requisiti molto diversi tra loro



- *Le tre tipologie di comunicazione abilitate*
 - *Elevata velocità: eMBC*
 - *Bassa latenza: uRLLC*
 - *Milioni di dispositivi connessi: mMTC*
- *Ciascuna tipologia di comunicazione abilita una serie di servizi specifici*
 - *Il Network Slicing è la gestione software che permette di realizzare reti virtuali ottimali per ciascun servizio*

Le caratteristiche delle reti 5G

- La tecnologia 5G si pone come obiettivo ottenere una maggiore efficienza e versatilità nel supporto delle applicazioni di rete tramite:
 - l'ottimizzazione dell'uso delle risorse di rete mediante la definizione di sottoreti virtuali indipendenti per ogni tipologia del servizio (*slicing*)
 - la virtualizzazione di gran parte dei dispositivi di rete e una gestione dinamica della banda disponibile tramite sistemi automatizzati di tipo SDN (*software defined network*)
 - la capacità di gestire una maggiore quantità di dispositivi per unità di superficie (circa 1 000 000 di dispositivi per km² contro i 1 000-100 000 per km² della 4G)
 - il supporto di caratteristiche più spinte in termini di *latenza* per garantire tempi di risposta in "tempo reale", necessari per applicazioni critiche
 - una maggiore velocità di trasmissione dei dati, teoricamente fino a 10 gigabit al secondo (Gbit/s)
 - una significativa riduzione del consumo energetico (90% in meno rispetto alla 4G per ogni bit trasmesso).
- Alternativa concreta ai servizi su rete fissa, con possibili nuove applicazioni nell'Internet delle cose (IoT) e nelle aree *machine to machine*.

Vantaggi del 5G

Rispetto alle precedenti tecnologie, permette maggiore velocità di trasmissione, tempi di risposta (latenza) più rapidi, la possibilità di gestire un numero molto superiore di connessioni in contemporanea e la possibilità di dedicare parti di rete a servizi ben precisi.

Per quanto riguarda la velocità, potenzialmente il 5G può arrivare fino a 10 Gigabit per secondo. Qualcuno, in concreto, parla di velocità 10 volte più elevata rispetto al 4G.

Le prestazioni saranno superiori soprattutto in termini di latenza, cioè di tempi di risposta al comando dato all'oggetto connesso. Questo tempo di risposta scenderà a 1-10 millisecondi, circa 10 volte meno degli attuali 50-100 millisecondi del 4G (e questo è uno degli aspetti considerati più importanti per i nuovi servizi digitali che si pensa di sviluppare).

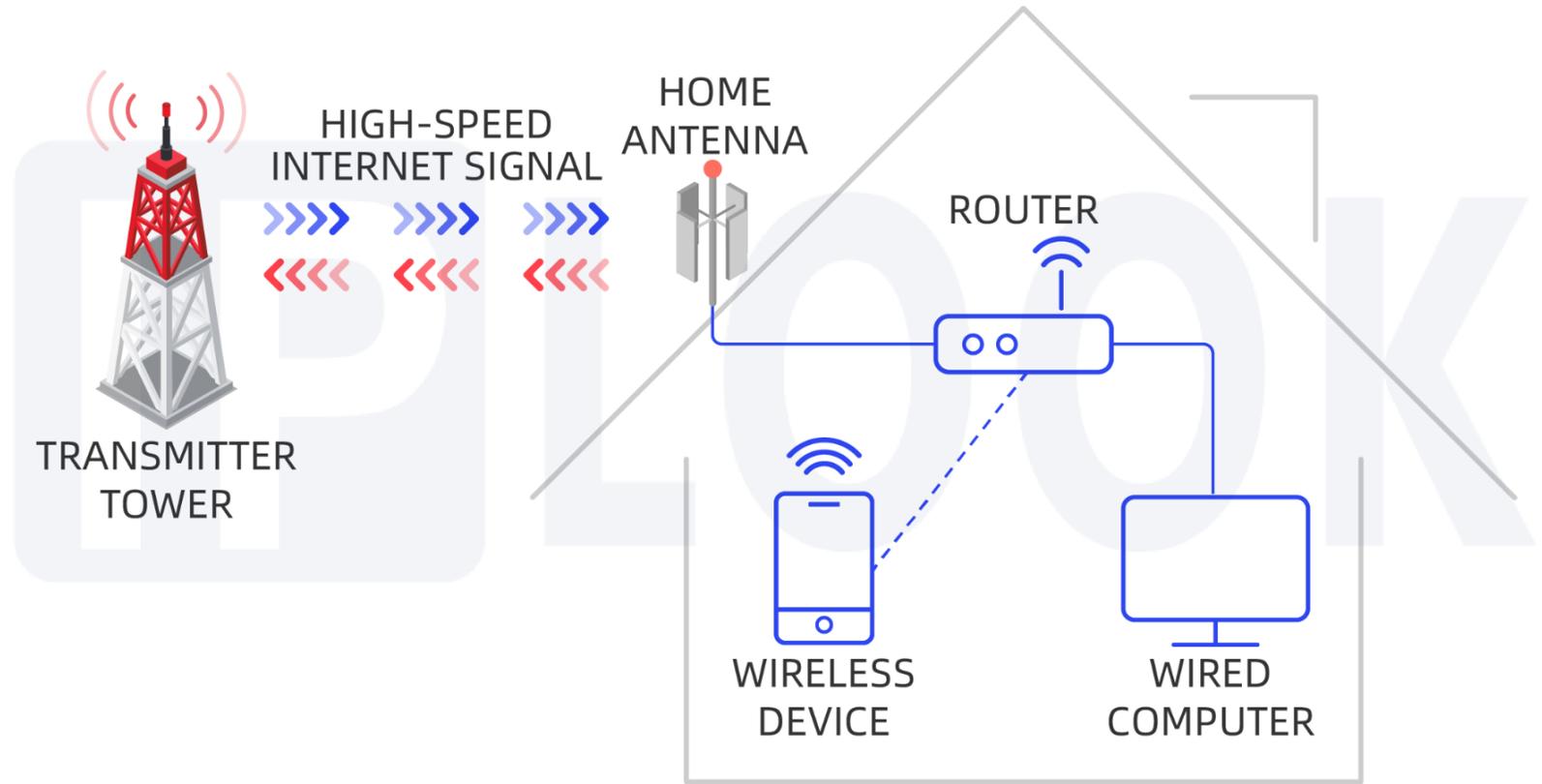
Il fatto che gran parte del lavoro, nelle reti 5G, sia fatto dal sistema di antenne e non dall'hardware dello smartphone, potrebbe anche comportare un notevole risparmio energetico, con una maggiore durata delle batterie dei device.

I veri cambiamenti per le persone, però, non saranno solo relativi alla velocità e alle prestazioni dei loro dispositivi, saranno legati soprattutto ai potenziali nuovi servizi possibili.

Il 5G viaggerà sì su frequenze più elevate rispetto a 2G, 3G e 4G (e questo è uno degli elementi che spaventa), ma la rete di antenne, in realtà, utilizzerà segnali dotati di potenza inferiore

Le reti FWA:
Fixed
Wireless
Access

High Speed Fixed Wireless Internet



FWA: allocazione delle frequenze

Delibera 209/07/CONS → **3.4-3.6 GHz band**

Delibera 231/18/CONS

- **3.6-3.8 GHz band**

- Assignment of 4 rights of use equal to **80MHz or 20 MHz**, effective until 2037, 100 MHz cap

- **26.5-27.5 GHz band**

- Assignment of 5 rights of use equal to **200 MHz**, effective until 2037, *frequency sharing*

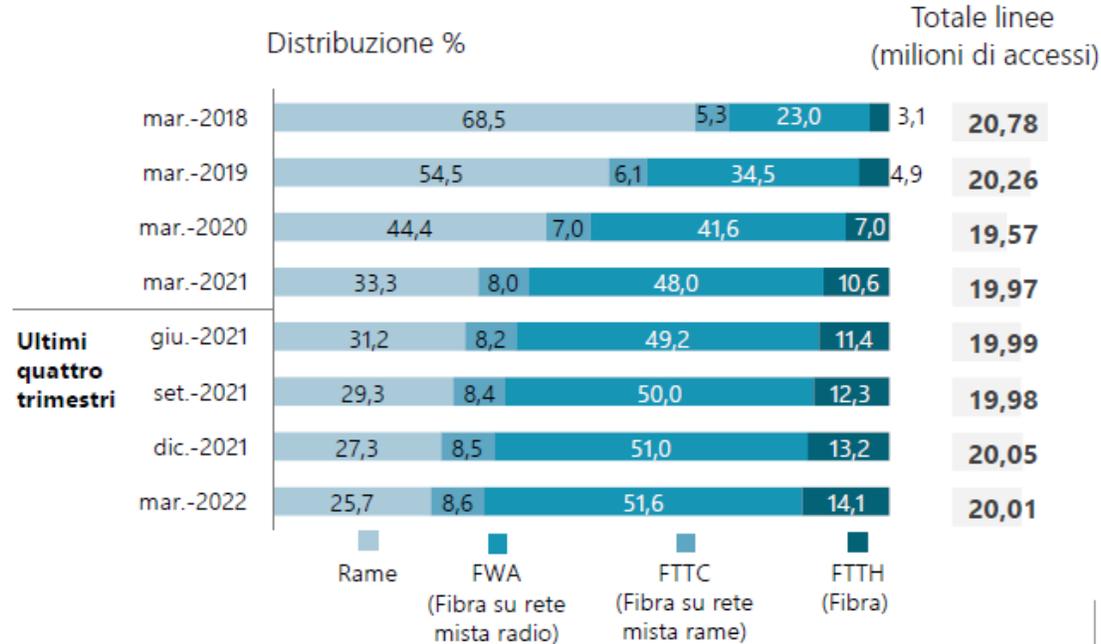
Altre bande rese disponibili dal 2000 → **24.5-26.5 GHz and 27.5-29.5 GHz bands**

- Assignment of 7 rights of use, equal to 2x56MHz @ 26GHz
- Assignment of 3 rights of use, equal to 2x112MHz @ 28GHz



Osservatorio Agcom sul
mercato TLC

1.1 RETE FISSA: ACCESSI DIRETTI COMPLESSIVI

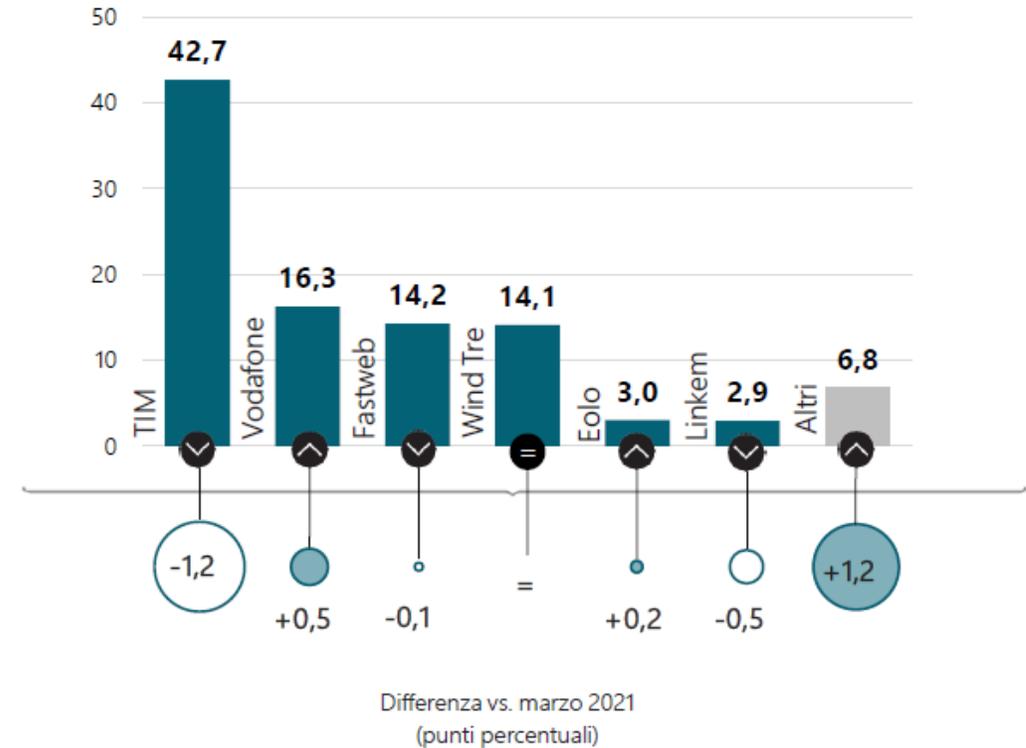


Nota: Sono compresi gli accessi fisici TIM, Full ULL, SLU, Vula, DSL Naked, WLR, Bitstream NGA, Fibra e FWA

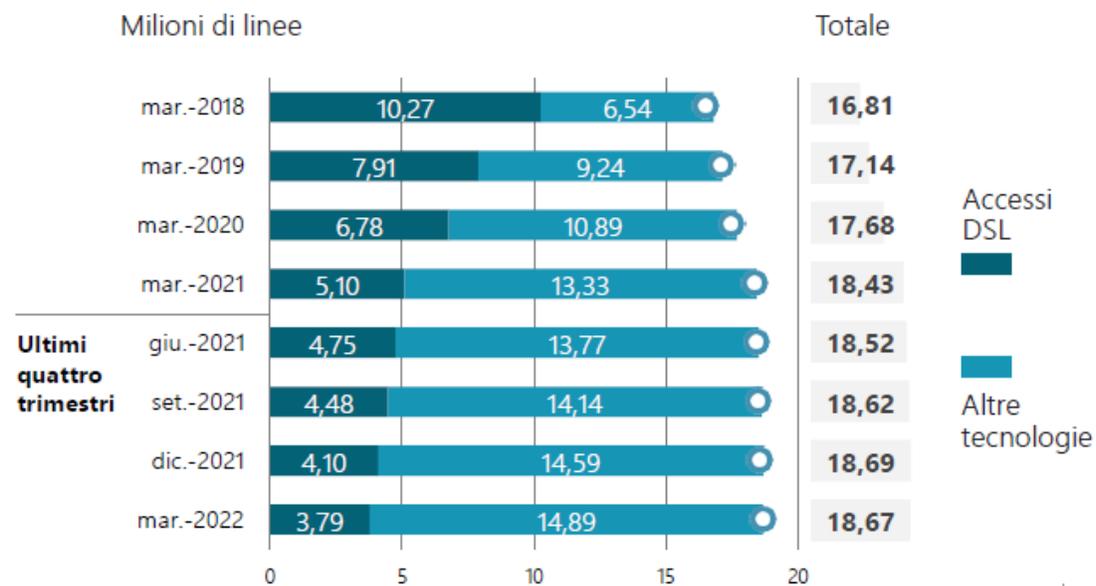
Totale linee	(valori assoluti)	(Δ %)	Composizione % (Δ 2021-2022) punti percentuali
Variazione trimestrale: (Dic. 2021 – Mar. 2022)	-42 mila accessi	↓ -0,2	Rame: -7,7 ↓
Variazione annuale: (Mar. 2021 – Mar. 2022)	+34 mila accessi	↑ +0,2	FWA: +3,6 ↑
Variazione periodo: (Mar. 2018 – Mar. 2022)	-768 mila accessi	↓ -3,7	FTTC: +3,5 ↑
			FTTH: +0,5 ↑

QUOTE DI MERCATO (%)

MARZO 2022

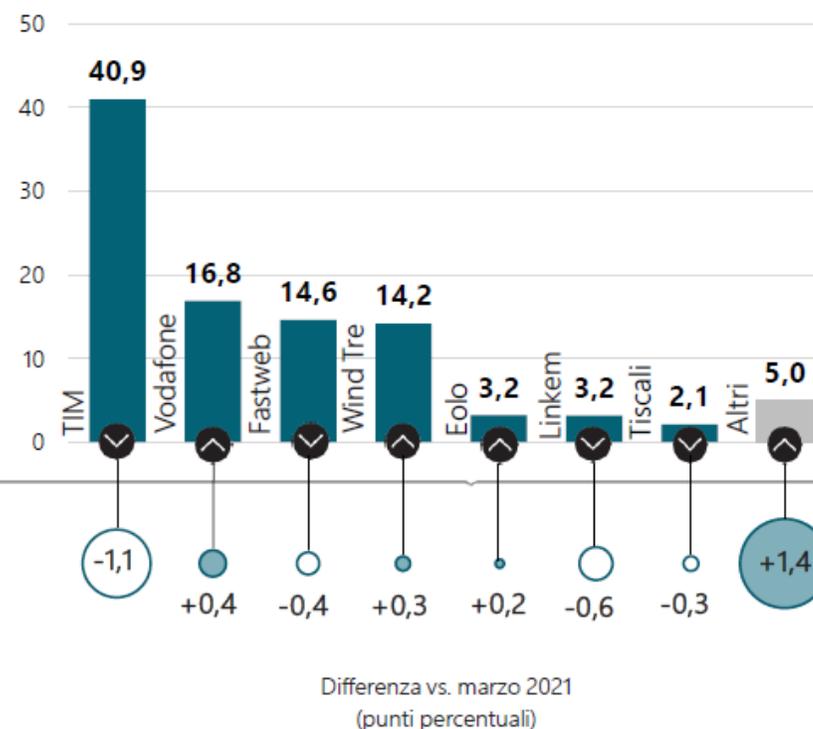


1.2 RETE FISSA: ACCESSI BROADBAND E ULTRABROADBAND



QUOTE DI MERCATO (%)

MARZO 2022



Variazione trimestrale
(Dic. 2021 – Mar. 2022)

Totale linee



-14 mila
accessi

(-0,1%)

Variazione annuale
(Mar. 2021 – Mar. 2022)

Totale linee



+244 mila
accessi

(+1,3 %)

Accessi
DSL



-1.315 mila
accessi

(-25,8%)

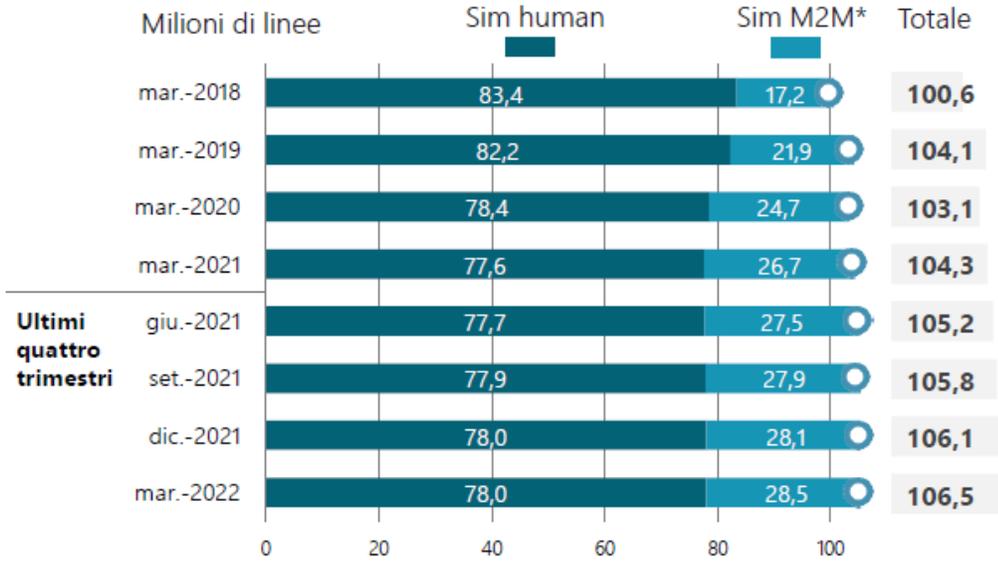
Altre
tecnologie



+1.558 mila
accessi

(+11,7%)

1.6 RETE MOBILE: LINEE COMPLESSIVE



(*) Nota: per sim M2M (Machine-to-Machine) si intendono quelle sim che consentono lo scambio dati, informazioni e comandi tra apparecchiature e dispositivi con limitata o nessuna interazione umana.

Variazione trimestrale
(Dic. 2021 – Mar. 2022)

	(n° di sim in migliaia)		(%)
Totale sim:	+374	↑	+0,4
Sim human:	-3	↓	-0,01
Sim M2M:	+377	↑	+1,3

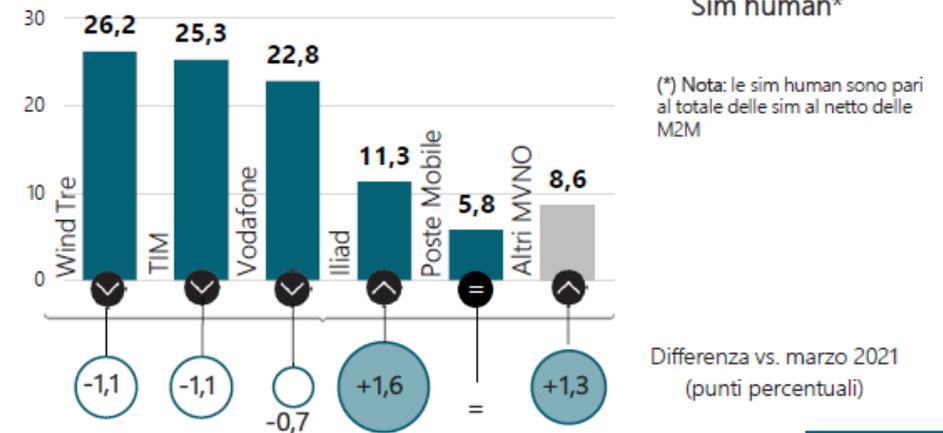
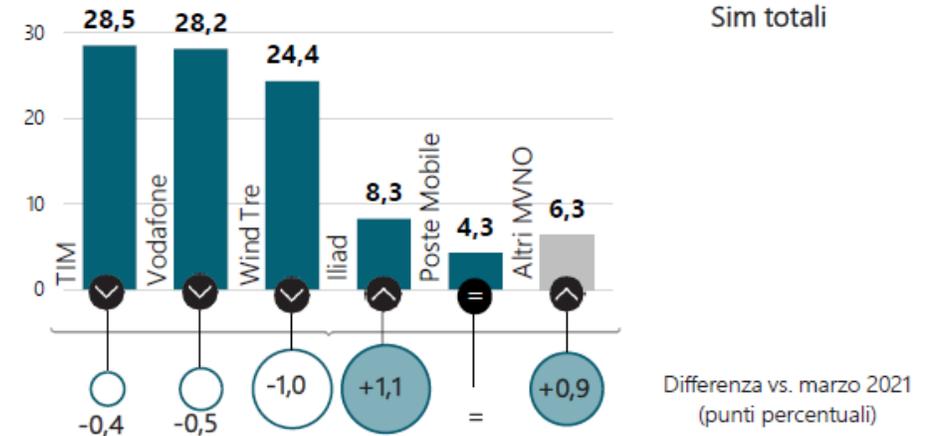
Variazione annuale
(Mar. 2021 – Mar. 2022)

	(n° di sim in migliaia)		(%)
Totale sim:	+2.138	↑	+2,0
Sim human:	+409	↑	+0,5
Sim M2M:	+1.729	↑	+6,5

Le **sim che hanno svolto traffico dati**, a Marzo 2022, rappresentano il **72,7%** di quelle human complessive

QUOTE DI MERCATO (%)

MARZO 2022



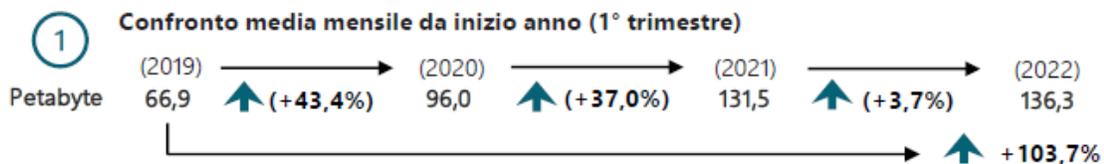
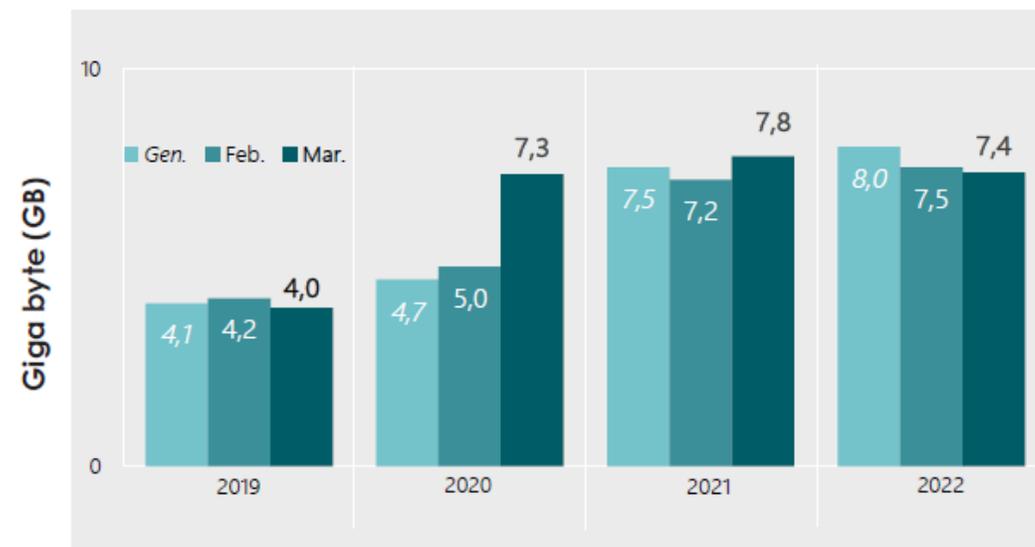
1.4 RETE FISSA: TRAFFICO DATI MEDIO GIORNALIERO (download + upload) (1/2)



COMPLESSIVO



PER LINEA BROADBAND



② Confronto valori mensili (variazioni %)

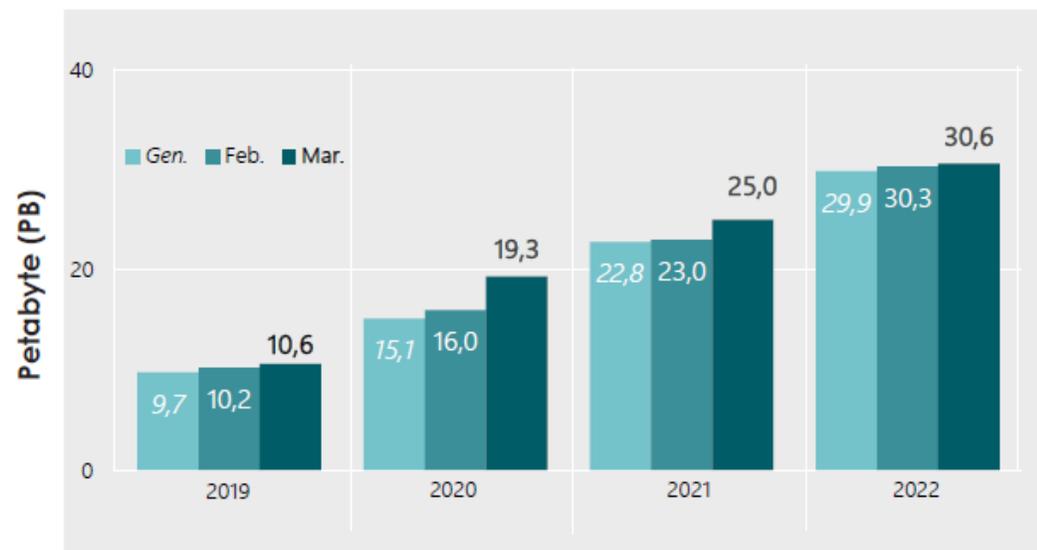


② Confronto valori mensili (variazioni %)

1.9 RETE MOBILE: TRAFFICO DATI MEDIO GIORNALIERO (download + upload) (1/2)

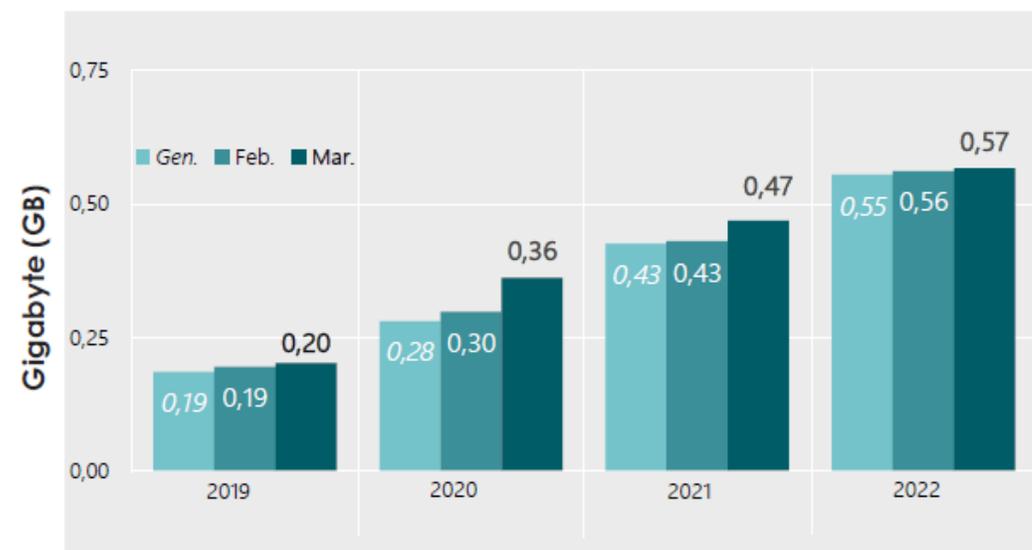


COMPLESSIVO



② Confronto valori mensili (variazioni %)

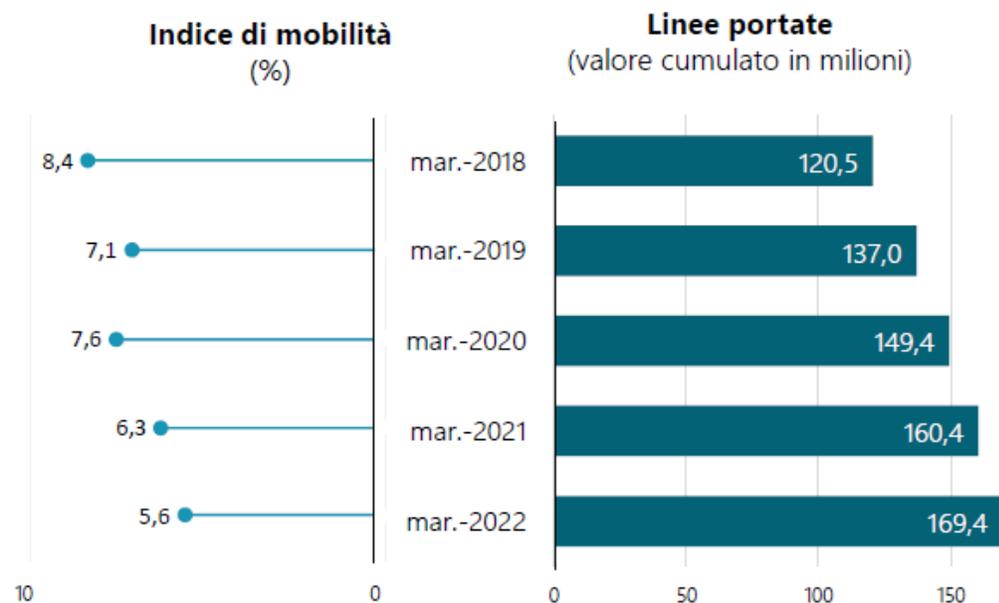
PER SIM CARD «Voce+dati»



② Confronto valori mensili (variazioni %)

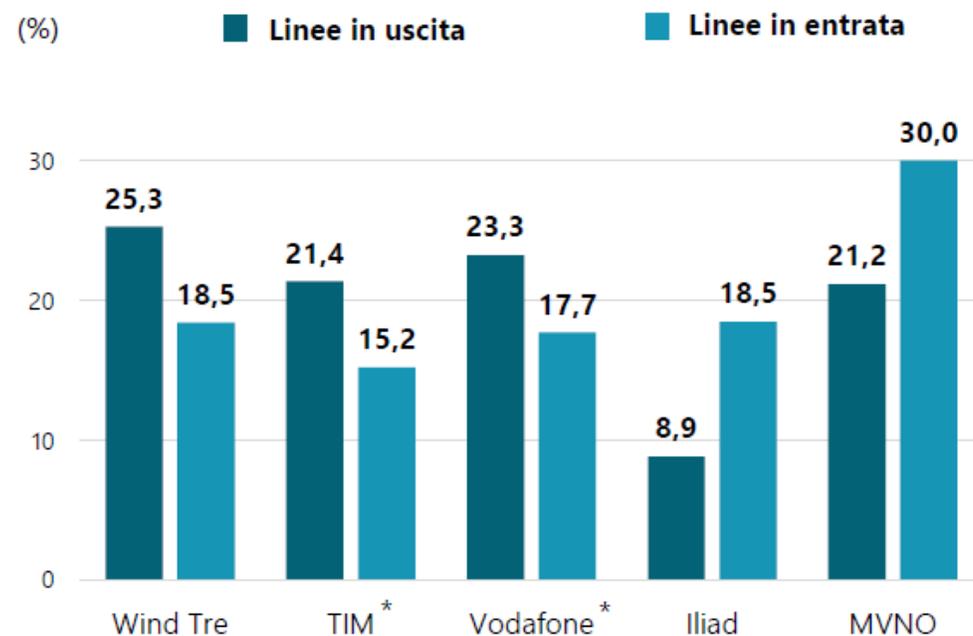
1.11 RETE MOBILE: PORTABILITÀ DEL NUMERO

In un anno (Mar. 21 – Mar. 22), **9 mln** di operazioni di Mobile Number Portability (MNP)



Indice di mobilità: rapporto dato dalle linee mobilitate da inizio anno (donate e acquisite) e la corrispondente *customer base* media complessiva (al netto delle «M2M»)

DISTRIBUZIONE IN % PER LINEE DI INGRESSO E DI USCITA (12 mesi) MARZO 2022



(*) Nota: i dati di Tim includono quelli commercializzati tramite il brand Kena Mobile, quelli di Vodafone includono i dati della società controllata VEI (che offre servizi di telefonia mobile denominati ho.).

Stato della connettività in Italia

Indice di digitalizzazione dell'economia e della società 2022

	Italia			UE
	DESI 2020	DESI 2021	DESI 2022	DESI 2022
2a1 Diffusione complessiva della banda larga fissa	61 %	61 %	66 %	78 %
% delle famiglie	2019	2020	2021	2021
2a2 Diffusione della banda larga fissa ad almeno 100 Mbps	22 %	28 %	38 %	41 %
% delle famiglie	2019	2020	2021	2021
2a3 Diffusione ad almeno 1 Gbps	<0,01 %	4,22 %	7,06 %	7,58 %
% delle famiglie	2019	2020	2021	2021
2b1 Copertura della banda larga veloce (NGA)	89 %	93 %	97 %	90 %
% delle famiglie	2019	2020	2021	2021
2b2 Copertura della rete fissa ad altissima capacità (VHCN)	30 %	34 %	44 %	70 %
% delle famiglie	2019	2020	2021	2021
2b3 Copertura della fibra fino alla sede dell'utente (FTTP)	30 %	34 %	44 %	50 %
% delle famiglie	2019	2020	2021	2021
2c1 Spettro 5G	60 %	60 %	60 %	56 %
Spettro assegnato come percentuale (%) dello spettro totale 5G armonizzato	4/2020	9/2021	4/2022	4/2022
2c2 Copertura 5G11	N.D.	8 %	99,7 %	66 %
% delle zone abitate	2020	2021	2021	
2c3 Diffusione della banda larga mobile	70 %	70 %	80 %	87 %
% degli individui	2018	2018	2021	2021
2d1 Indice dei prezzi dei servizi a banda larga	74	74	76	73
Punteggio (da 0 a 100)	2019	2020	2021	2021