



I protocolli di rete per la TV in streaming. CPE, Modem e router, la rete domestica per le TV connesse

Ing. Giovanni Cristi
Head of Telco AVM Italia
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Roma, 04/12/2024



Indice

- I protocolli di rete per la distribuzione efficiente della TV: UNICAST e MULTICAST
- Cenni sui protocolli IGMP e RT(C)P
- La distribuzione del contenuto all'interno delle abitazioni: il ruolo del modem e del router, repeater e powerline
- L'evoluzione del WiFi



Traffico IP Unicast

Modalità di comunicazione punto-a-punto, in cui un pacchetto IP viene inviato da un solo mittente a un solo destinatario.

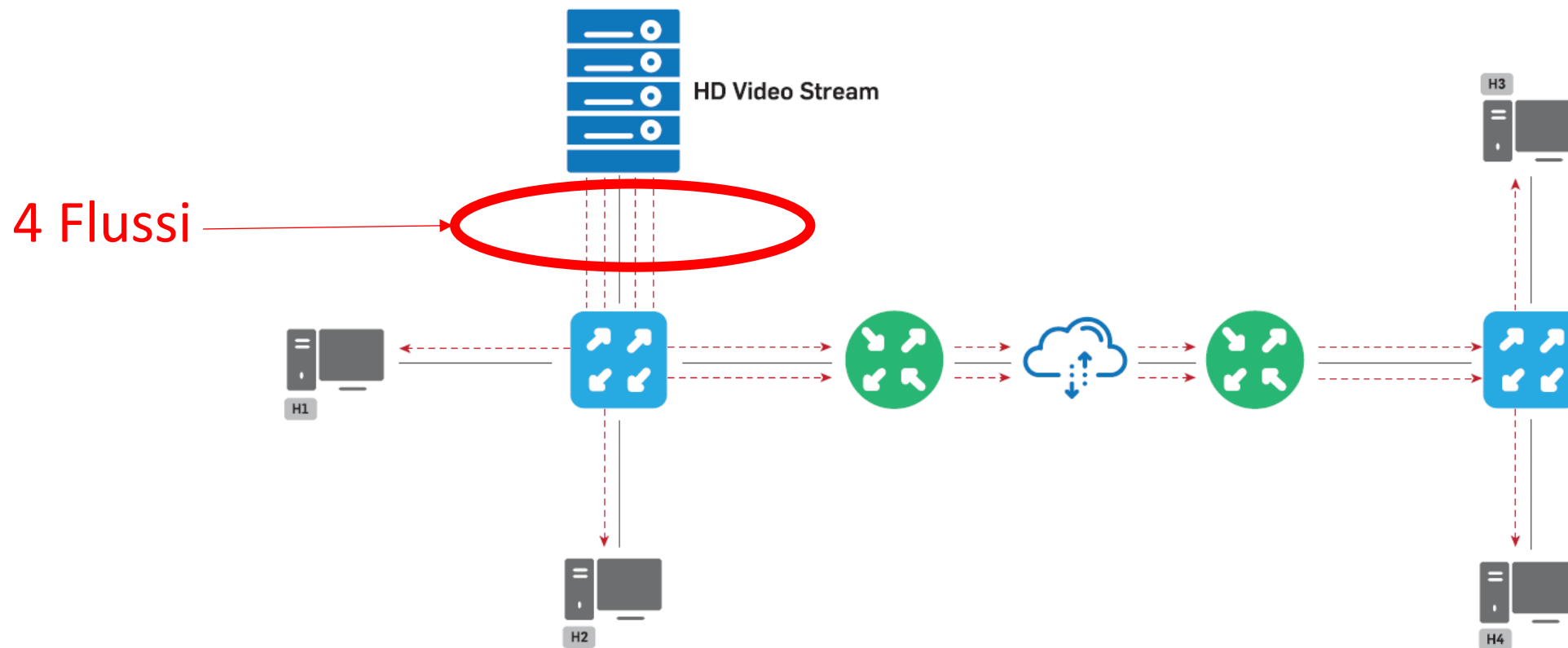
Caratteristiche degli indirizzi Unicast

- Identificano una singola interfaccia su un dispositivo.
- I pacchetti vengono consegnati direttamente alla specifica interfaccia associata all'indirizzo.
- Utilizzati principalmente in reti punto-a-punto, come connessioni tra client e server.
- Ogni interfaccia di rete su un dispositivo riceve un indirizzo Unicast univoco.

Classi di indirizzamento

- **Classe A:** Da 1.0.0.0 a 126.255.255.255
 - Riservata a grandi reti.
 - Prefisso di rete: 8 bit; Host: 24 bit.
- **Classe B:** Da 128.0.0.0 a 191.255.255.255
 - Usata per reti di dimensione media.
 - Prefisso di rete: 16 bit; Host: 16 bit.
- **Classe C:** Da 192.0.0.0 a 223.255.255.255
 - Progettata per piccole reti.
 - Prefisso di rete: 24 bit; Host: 8 bit.

Unicast





Traffico IP Multicast

Modalità di comunicazione uno-a-molti, in cui un pacchetto IP viene inviato a un gruppo specifico di destinatari interessati.

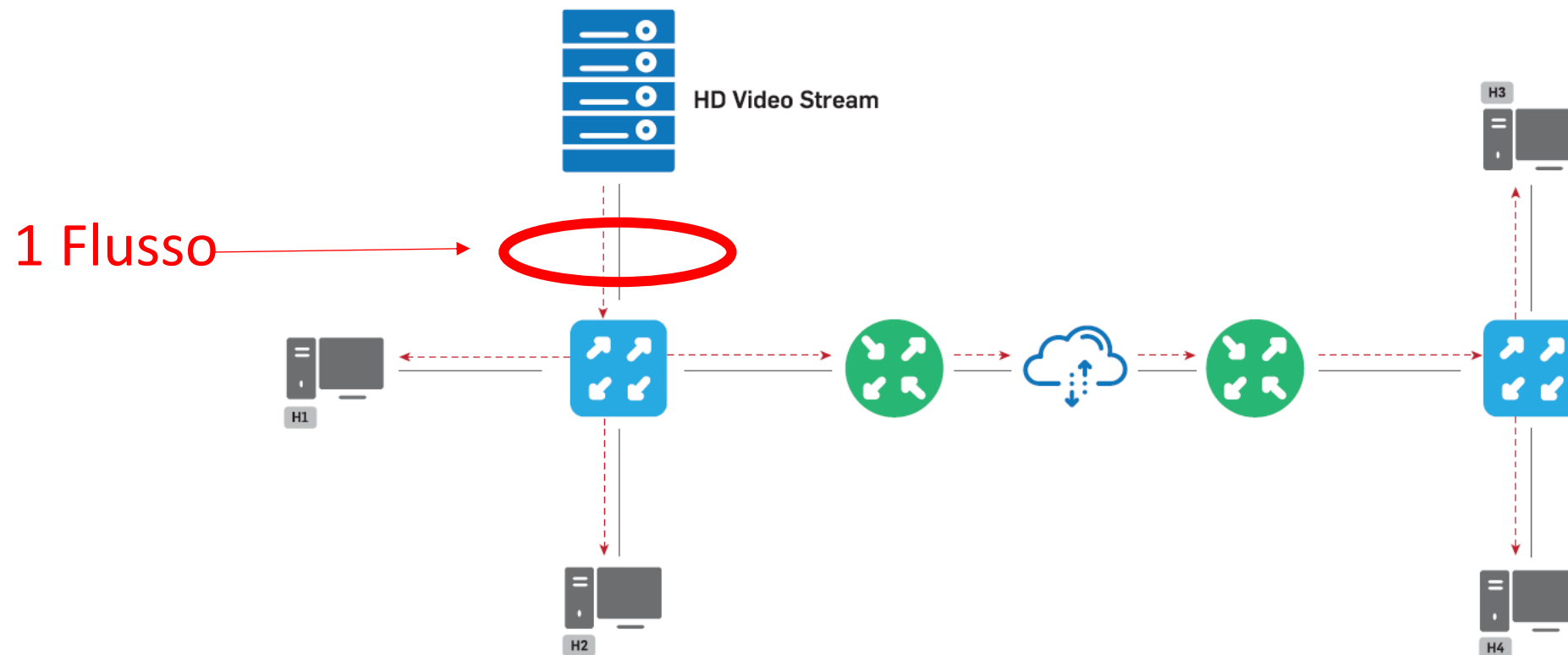
Caratteristiche degli indirizzi Multicast

- Identificano un gruppo di interfacce, non un singolo dispositivo.
- Non sono associati a un dispositivo in modo univoco.
- Consentono la consegna simultanea di pacchetti a più destinatari.
- Ideali per applicazioni come streaming video, conferenze e sincronizzazione dati.
- Interfacce di rete possono unirsi o lasciare gruppi multicast dinamicamente *tramite protocolli come IGMP*.

Classi di indirizzamento

- **Classe D:** Da 224.0.0.0 a 239.255.255.255
 - **224.0.0.0 - 224.0.0.255:** Riservati per comunicazioni multicast locali.
 - **224.1.0.0 - 239.255.255.255:** Indirizzi per gruppi multicast globali.

Multicast





IGMP (Internet Group Management Protocol)

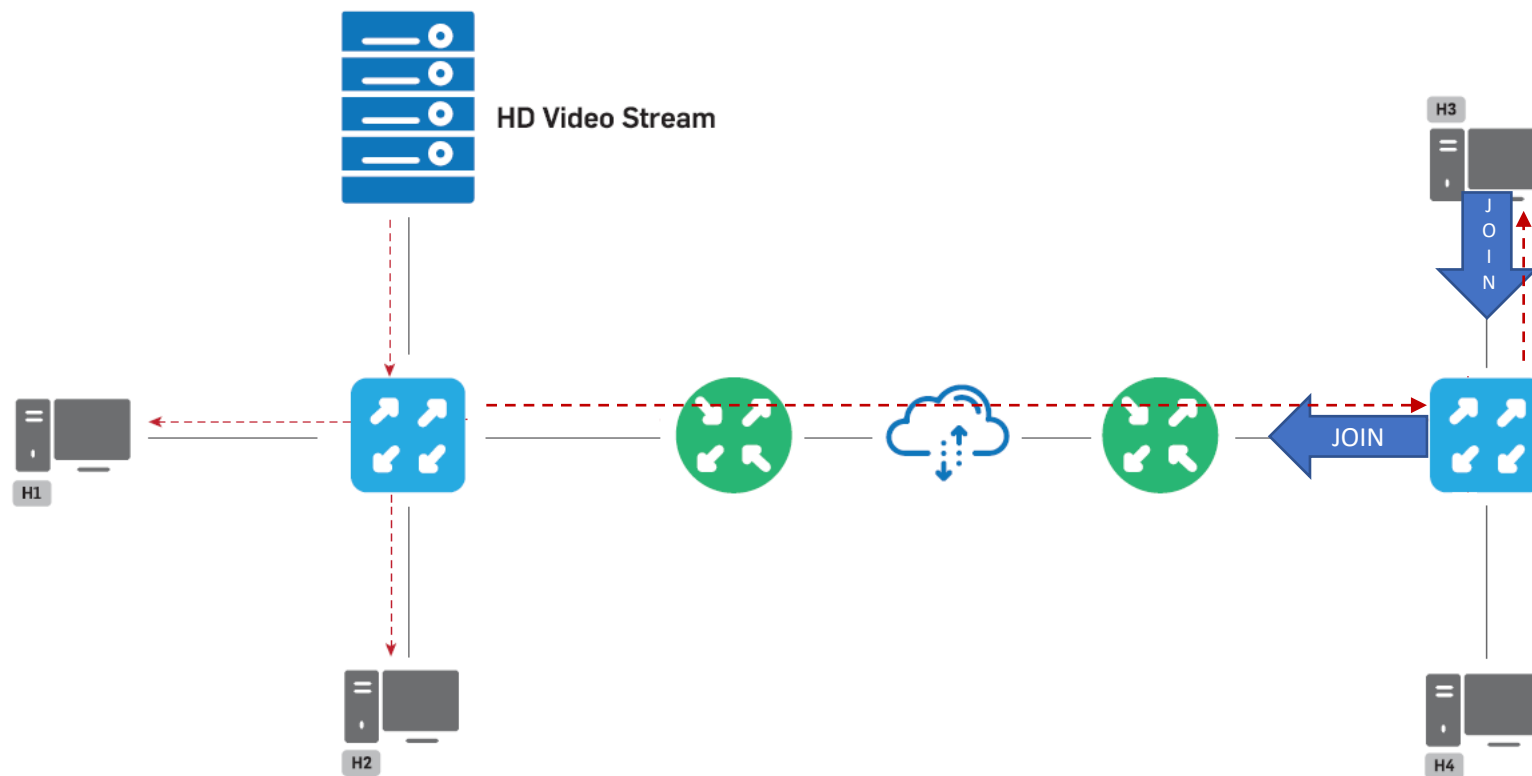
Protocollo utilizzato dai router per gestire i membri di gruppi multicast in una rete IP.

IGMP aiuta i router a costruire un albero di distribuzione per ottimizzare la trasmissione dei pacchetti ai membri del gruppo.

Funzionamento

- 1.Join:** Host invia un messaggio IGMP per unirsi a un gruppo multicast.
- 2.Membership Report:** Router aggiunge l'host al gruppo e invia il traffico multicast richiesto.
- 3.Leave:** Host invia un messaggio di uscita o smette di rispondere.

Multicast





RTP e RTCP nelle Trasmissioni Multicast

Protocollo di livello applicativo utilizzato per la trasmissione di dati in tempo reale (audio/video).

Non garantisce il recapito ma è progettato per minimizzare ritardi.

Utilizzato per streaming live, videoconferenze e applicazioni in tempo reale.

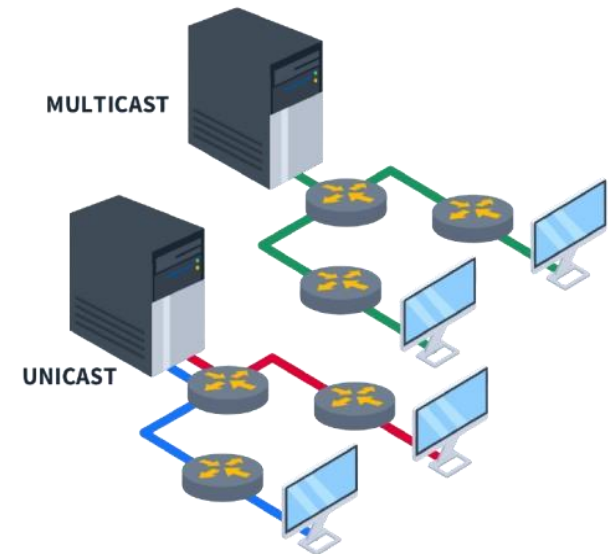
Supporta il multicast per distribuire flussi a più destinatari simultaneamente.

RTCP (Real-time Transport Control Protocol)

- Protocollo complementare che gestisce il controllo della qualità del servizio (QoS).
- Fornisce feedback su:
 - Ritardi
 - Perdita di pacchetti
 - Jitter

Soluzione Multicast & ABR (Adaptive Bitrate Streaming)

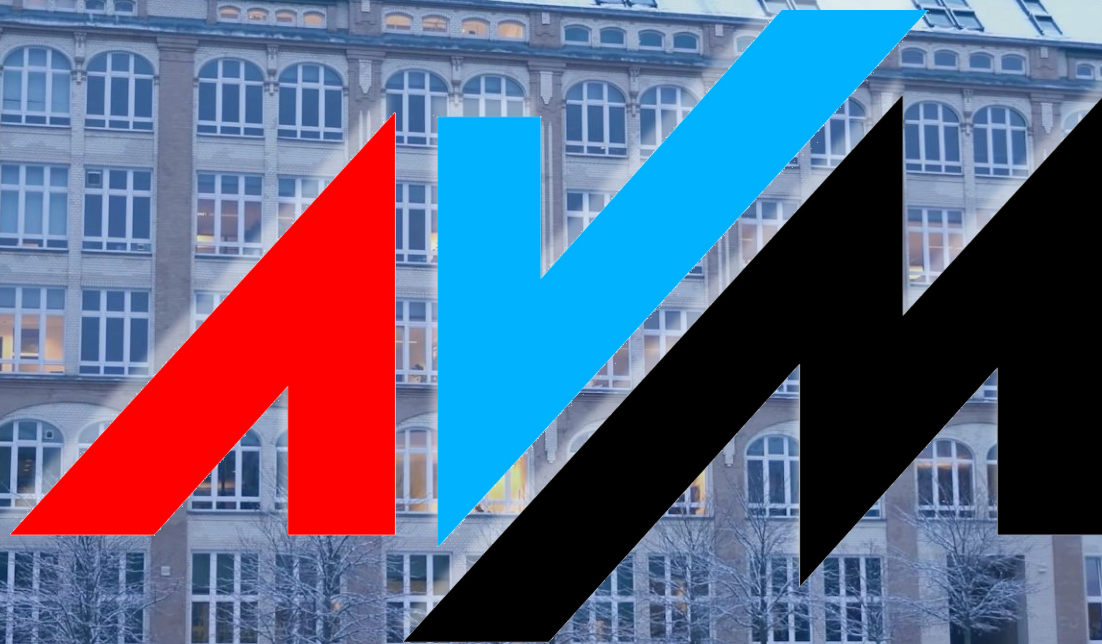
- Il **Multicast** consente di creare una relazione *uno-a-molti* tra il server che eroga il contenuto ed i client remoti in ascolto
- Permette di veicolare un unico flusso che è condiviso tra più client contemporaneamente collegati
- La banda occupata ed il traffico generato in rete in Multicast, sono indipendenti rispetto al numero di client connessi
- L'**ABR (Adaptive Bitrate Streaming)** è un meccanismo che permette di adattare automaticamente i flussi audio e video in base alla banda effettivamente disponibile e alle condizioni della rete in un determinato periodo
- Il fornitore del servizio di streaming video invia contestualmente diversi profili codificati a vari bitrate e, a seconda della compatibilità del client e dello stato della rete, viene selezionato il profilo più adatto per lo specifico caso



WMM (802.11e): Wi-Fi MultiMedia

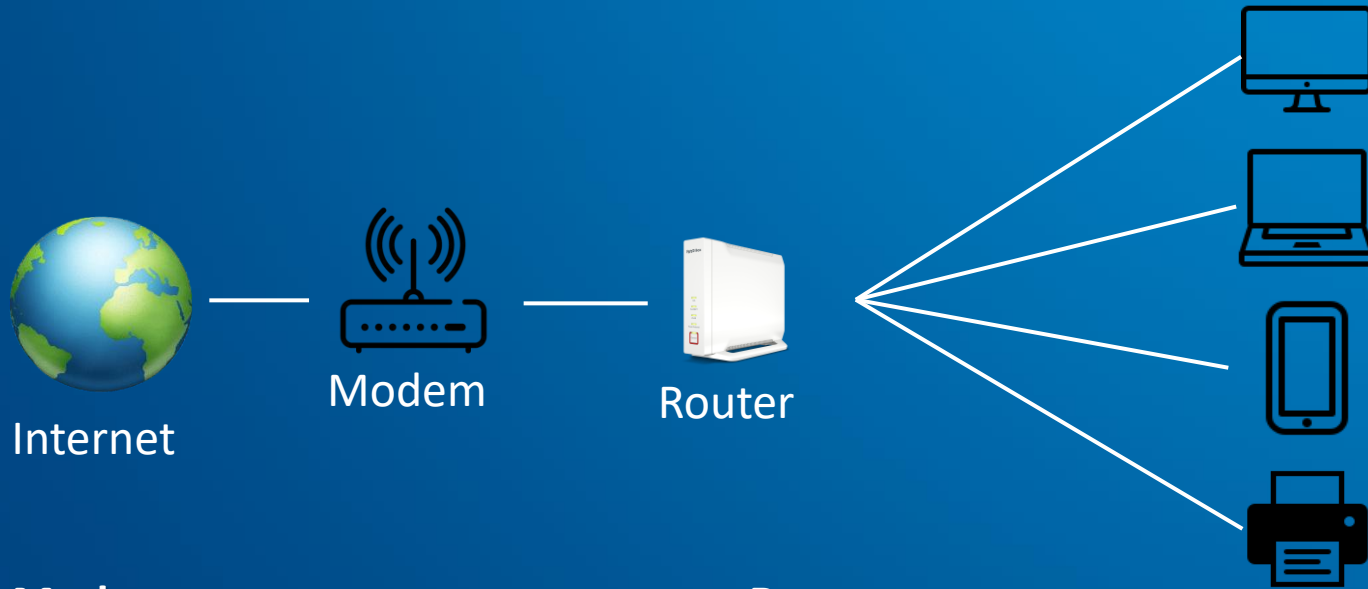
- Il traffico Multimediale viene gestito a massima priorità tramite il protocollo **WMM** (Wireless MultiMedia), che consente di assegnare priorità a diversi tipi di traffico in base ai requisiti QoS
- I Data stream sono identificati sulla base di modelli di traffico (transport/control protocols) e classificati di conseguenza
 - **Voce** → Priorità più alta
 - **Video streaming** → Alta priorità
 - **Best-effort** → Priorità media
 - **Background** (segnalazione) → Priorità bassa
- Ciascuno stream è segnato con una etichetta (label) assegnando così una priorità nelle code di trasmissione
- Nel FRITZ!Box è abilitata di default l'impostazione per prioritizzare le trasmissioni TV basate su protocollo IP
→ Ottimizzare la trasmissione via Wi-Fi per Live TV





- La distribuzione del contenuto all'interno delle abitazioni: il ruolo del modem e del router, repeater e powerline
- L'evoluzione del WiFi

Differenze tra Modem & Router



Modem:

Connette la rete domestica a Internet, traducendo i segnali digitali generati dai nostri dispositivi in segnali analogici compatibili con le infrastrutture di trasmissione degli ISP



Collega due media Layer 1 di tipologie differenti

Router:

Inoltra il traffico IP ricevuto da una delle sue interfacce verso quella di destinazione. Tipicamente gestisce anche l'assegnazione di indirizzi IP univoci ai dispositivi connessi tramite il protocollo DHCP



Gestisce anche il traffico dati nella rete locale

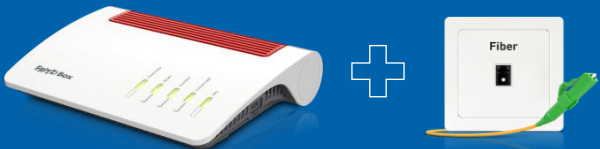
Modem VS Router



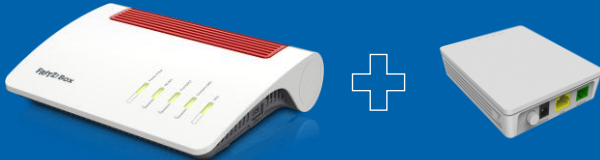
Tecnologie per la connettività

FTTH (Fiber To The Home)

Fibra dalla centrale al Cabinet e dal Cabinet all'abitazione/ufficio



Accesso diretto con Fibra → ONT integrata



Accesso tramite modem esterno → ONT esterna

FTTC (Fiber To The Cabinet)

Fibra dalla centrale al Cabinet e rame dal Cabinet all'abitazione/ufficio



Accesso diretto tramite DSL

FWA (Fixed Wireless Access)

Fibra dalla centrale alla stazione radiobase e segnale radio dalla stazione radiobase all'abitazione/ufficio



Accesso tramite antenna esterna (ODU)



FTTH

Fiber To The Home



CENTRALE



FIBRA



ARMADIO RIPARTILINEA



FIBRA



APPARTAMENTI

>1 Gb/s ↓↑



FTTC

Fiber To The Cabinet



CENTRALE



FIBRA



ARMADIO RIPARTILINEA
250 mt distanza media



RAMME



APPARTAMENTI

<200 Mb/s ↓

<20 Mb/s ↑



FWA

Fixed Wireless Access



CENTRALE



FIBRA



STAZIONE RADIO BASE (BTS)



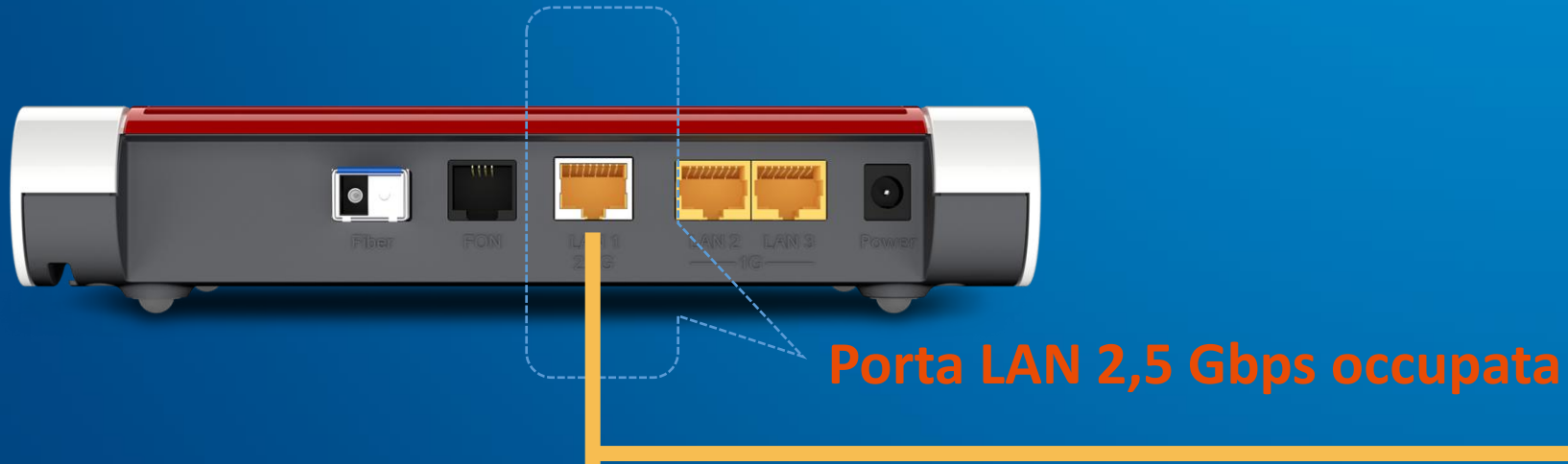
SEGNALE RADIO



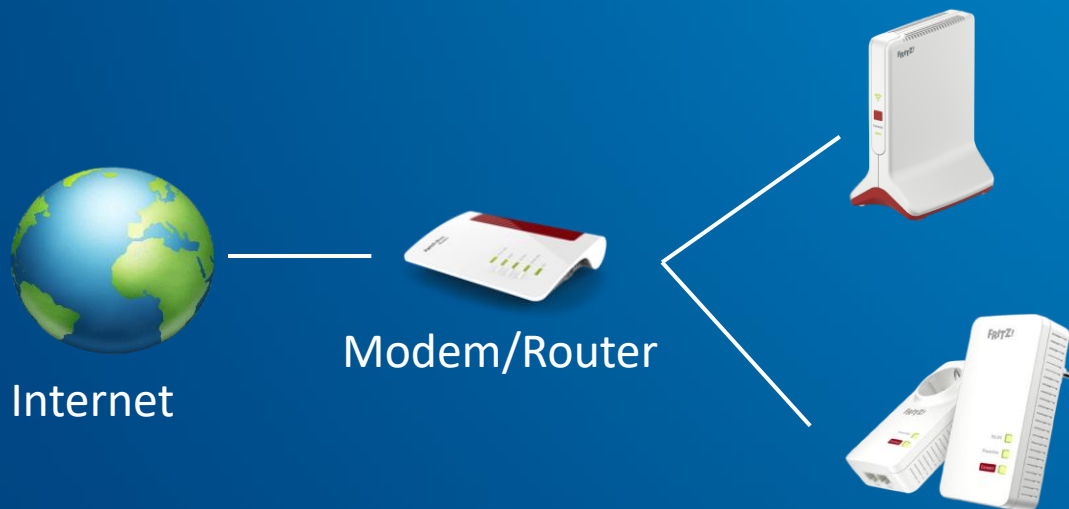
CASA



Connettività BB 2,5Gbps: ONT vs Fiber



Differenze tra Repeater & Powerline

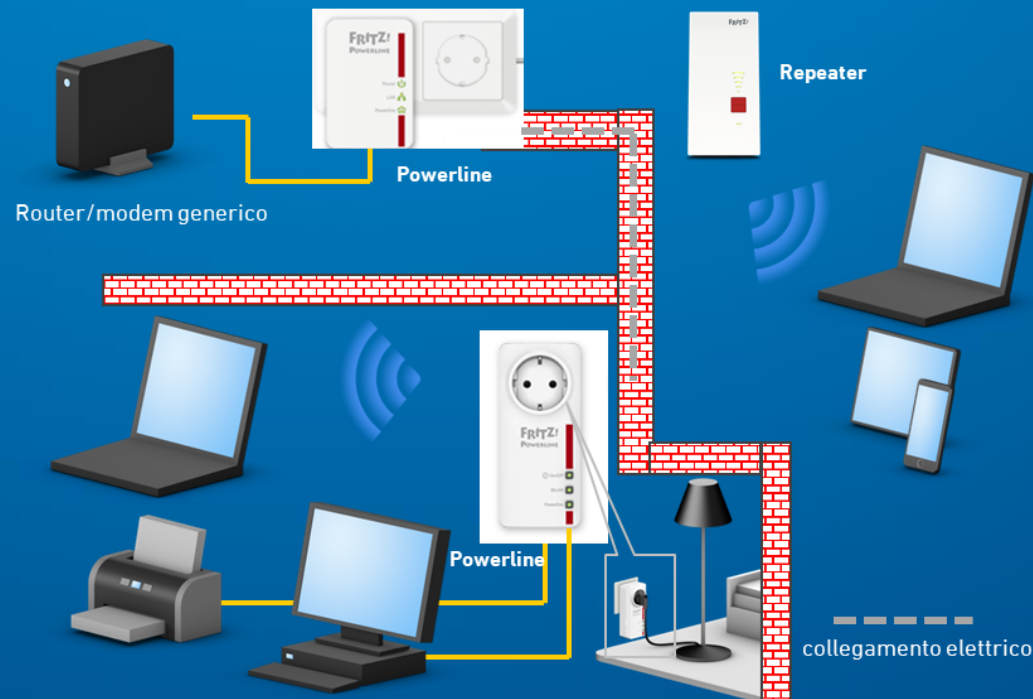


Repeater Wi-Fi Mesh:

Permette di estendere il segnale Wi-Fi e replicare la stessa rete (SSID) che proviene dal Modem creando una rete a maglia (Mesh) dove la CPE funge da sorgente e i repeater (Access Point) da nodi satellite

Powerline:

Permette di estendere il segnale del Modem sfruttando l'impianto elettrico per creare una rete locale a cui connettere i propri dispositivi. Hanno anche il compito di decodificare i segnali elettrici in arrivo e trasformarli in dati digitali



Wi-Fi7: Principali funzionalità

6 GHz Support



Il Wi-Fi 7 sfrutta il vantaggio della compatibilità con il nuovo spettro a **6 GHz** per la WLAN

320 MHz & 4K QAM

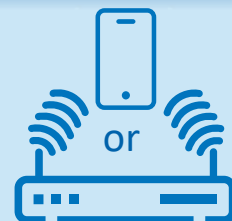


Velocità di trasmissione **2 volte superiore** grazie al raddoppio della larghezza di banda del canale
Velocità di trasmissione **1,2 volte superiore** grazie alla modulazione – 4096 QAM

Multi-Link Operation (MLO)

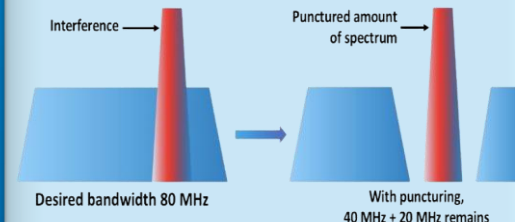


Aggregazione della larghezza di banda attraverso l'invio (Tx) e la ricezione (Rx) simultanei (**STR**)



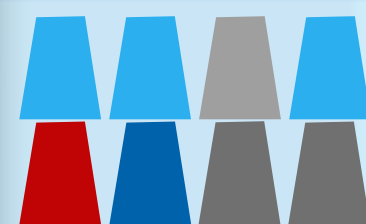
Latenze più basse / minore congestione di banda grazie al cambio estremamente rapido delle bande WLAN (**eMLSR**)

Puncturing



Il **Puncturing** permette di isolare una parte di canale per trasmettere i dati, se l'interferenza non occupa l'intero canale, riducendo notevolmente la congestione di rete

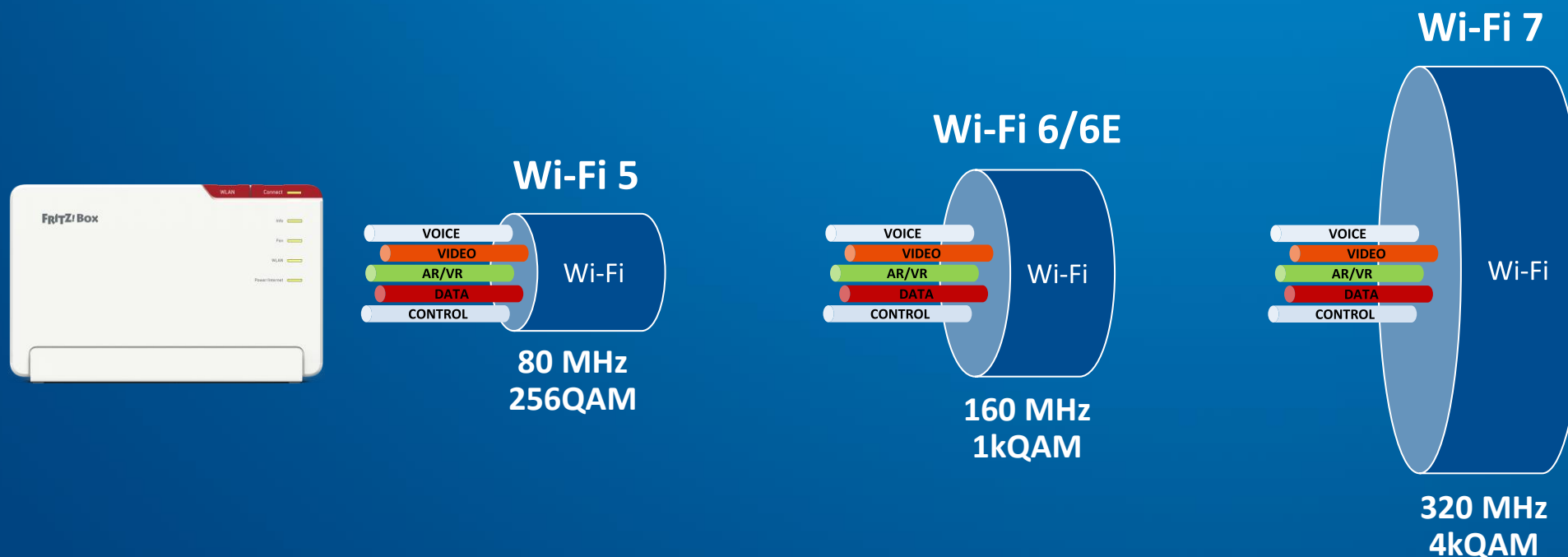
Multi-RU



Multi-Resource Units (RU): Le Multi RU risultano più efficienti delle singole unità di trasmissione. Con WiFi6, un singolo utente può disporre di una sola RU, lasciando potenzialmente le altre RU inutilizzate

Wi-Fi7: Elementi chiave

Maggiore capacità grazie alla larghezza di banda (320 MHz)
e alla modulazione 4096 QAM



Gross data rate of an AP with 4 antennas

1,733 Mb/s $\xrightarrow{\times 2,77}$ 4,804 Mb/s $\xrightarrow{\times 2,4}$ 11,530 Mb/s

Confrontato con un AP Wi-Fi6/6E, il Wi-Fi 7 migliora
le prestazioni di un **fattore 2,4**



Confronto caratteristiche Wi-Fi

	802.11be (Wi-Fi 7)	802.11ax (Wi-Fi 6/6E)	802.11ac (Wi-Fi 5)
Bandwidth (MHz)	20, 40, 80, 160 and 320 (6 GHz)	20, 40, 80, 160	20, 40, 80, 160
Supported bands (GHz)	2.4, 5, 6	2.4, 5, 6	5
Max speed per single stream (Mbps@80 MHz)	725	600	433
Max spatial streams	16	8	4
Aggregate data rate (theoretical maximum)	46 Gbit/s	9.6 Gbit/s	3.5 Gbit/s
No. of client devices per access point	>400	200-400	50-100
MU-MIMO support	D/L MU-MIMO U/L MU-MIMO	D/L MU-MIMO U/L MU-MIMO	D/L MU-MIMO
Modulation scheme	4096 QAM	1024 QAM	256 QAM
Access/Modulation	SU, MU-MIMO, OFDMA	SU, MU-MIMO, OFDMA	SU, OFDM
Spatial re-use	Yes	Yes	No
Multi-Link Operation (MLO)	Yes	No	No



Un esempio pratico

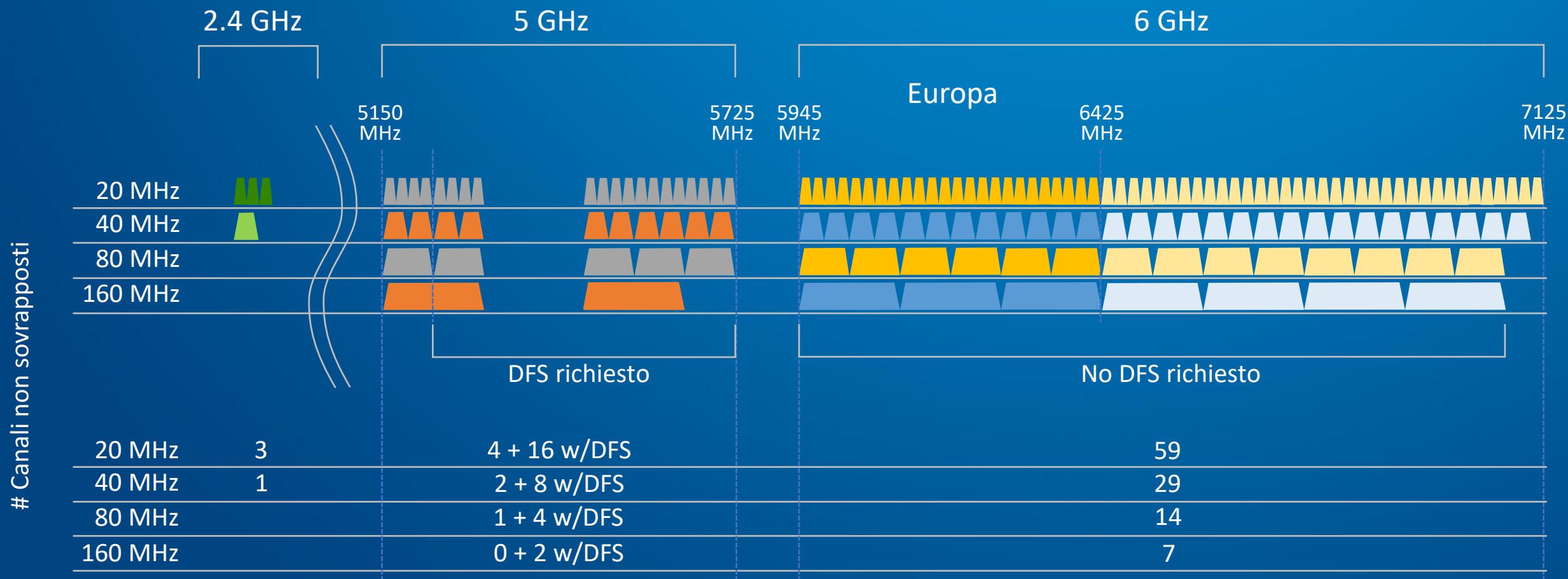
Per raggiungere 1 Gigabit in Wi-Fi ci serve un canale a 160 MHz dedicato alla singola connessione FTTH



Per raggiungere il Gigabit in tutte le abitazioni necessitiamo di *almeno* 4 canali a 160 MHz non sovrapposti in qualsiasi posizione



Banda a 6 GHz: confronto tra le bande WLAN



- DFS: Dynamic Frequency Selection (radar detection)
Fonte: CEPT/ECC, IEEE, Qualcomm

La velocità Gigabit in tutte le abitazioni richiede almeno 4 canali a 160 MHz non sovrapposti in qualsiasi luogo. Le CEPT/ECC 5 GHz e 6 GHz prevedono solo 3 canali.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Relatore
Eventuali contatti

	Relatore	
	Titolo intervento	
		Data pag. 22