



Note applicative

FIBRA OTTICA

Guida all'uso dell'opzione ottica

INFORMAZIONI TECNICHE

Cos'è la fibra ottica

La fibra ottica è costituita da un filo sottilissimo di vetro o plastica (più sottile di un capello umano) che serve a trasmettere dati sotto forma di luce. In pratica, invece di usare corrente elettrica come nei cavi di rame, si usano impulsi luminosi generati da laser o LED. Questi impulsi viaggiano all'interno del filo rimbalzando continuamente sulle pareti (grazie al fenomeno della riflessione interna) e portano le informazioni a grandissima velocità, anche su lunghissime distanze.

L'idea di base risale agli anni 50 ÷ 60 del secolo scorso. Nel 1956 Harold Hopkins e Narinder Singh Kapany dimostrarono la trasmissione di immagini attraverso fibre ottiche. Il passo decisivo arrivò nel 1970, quando gli ingegneri Robert Maurer, Donald Keck e Peter Schultz (Corning Glass Works, USA) realizzarono la prima fibra ottica a bassa perdita, capace di trasmettere la luce per chilometri senza grande attenuazione. Per questo, **Kapany** è spesso chiamato il padre della fibra ottica, ma la tecnologia industriale nasce grazie al gruppo Corning.

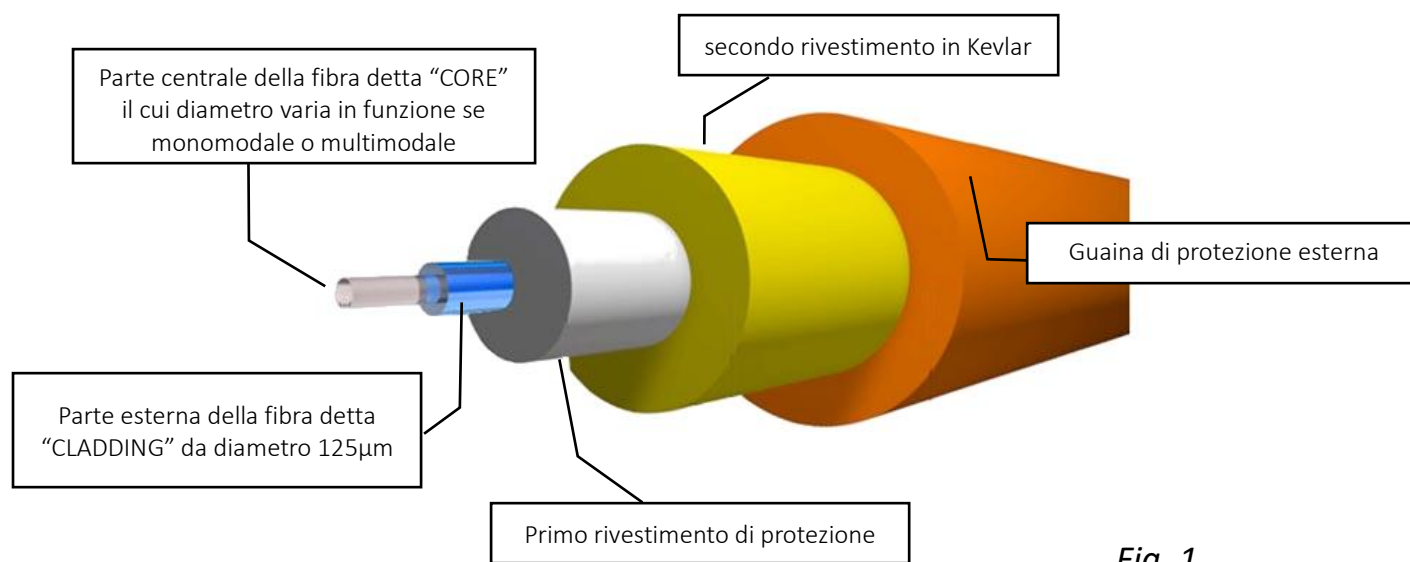


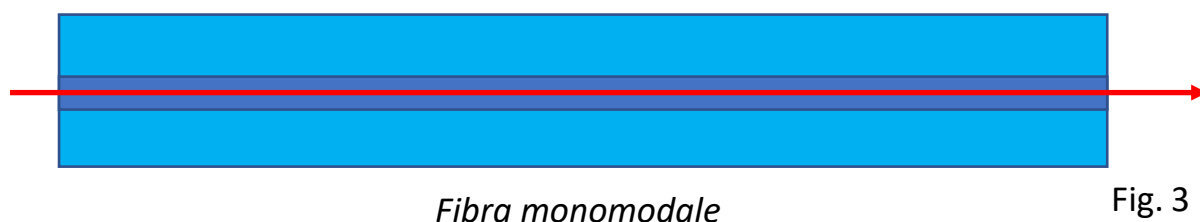
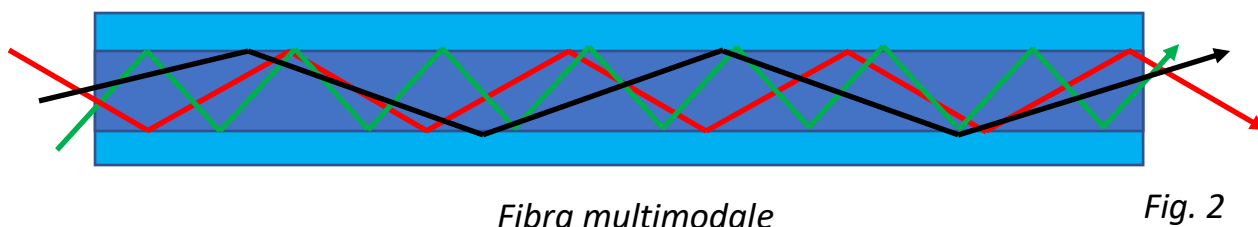
Fig. 1

Le principali tecnologie

Le fibre ottiche si distinguono principalmente per il modo in cui la luce viaggia al loro interno:

1. **Fibra multimodale** (MMF – Multi Mode Fiber). Ha un nucleo (CORE) più largo (50 o 62,5 µm). Permette a più raggi di luce di viaggiare contemporaneamente in più "modi" (vedi fig.2). Normalmente viene usata su brevi distanze (centinaia di metri), tipicamente delle reti locali (LAN).

2. Fibra **monomodale** (SMF – Single Mode Fiber). Ha un nucleo (core) molto stretto (circa 9 μm). Trasporta un solo raggio di luce alla volta (Fig.3). Ha meno dispersione ovvero allargamento degli impulsi elettrici in funzione della lunghezza del cavo e si usa per maggiori distanze e velocità: tipicamente nelle reti di telecomunicazioni, dorsali Internet, connessioni FTTH (Fiber To The Home).



Oltre a queste, esistono varianti più avanzate:

- Fibre NZDSF e DSF (Non-Zero Dispersion Shifted): ottimizzate per lunghe tratte.
- Fibre ottiche plastiche (POF): più economiche, per distanze molto brevi, collegamento TV – barra audio e periferiche varie

Uso nelle telecomunicazioni

La fibra ottica è oggi la spina dorsale di Internet. Ecco dove viene usata:

- Reti dorsali (backbone): collegano città, paesi e continenti (spesso con cavi sottomarini).
- Reti di accesso (FTTH, FTTC): portano Internet ad alta velocità nelle case e negli uffici.
- Reti mobili 4G/5G/6G: le antenne sono collegate tra loro e alla rete principale tramite fibra.
- Data center e reti aziendali: per connessioni interne ultra-veloci.

Le velocità raggiungibili sono dell'ordine di terabit al secondo (Tbps) su lunga distanza, e le perdite di segnale sono minime (meno di 0,2 dB/km nei sistemi moderni).

Tipi di connettori

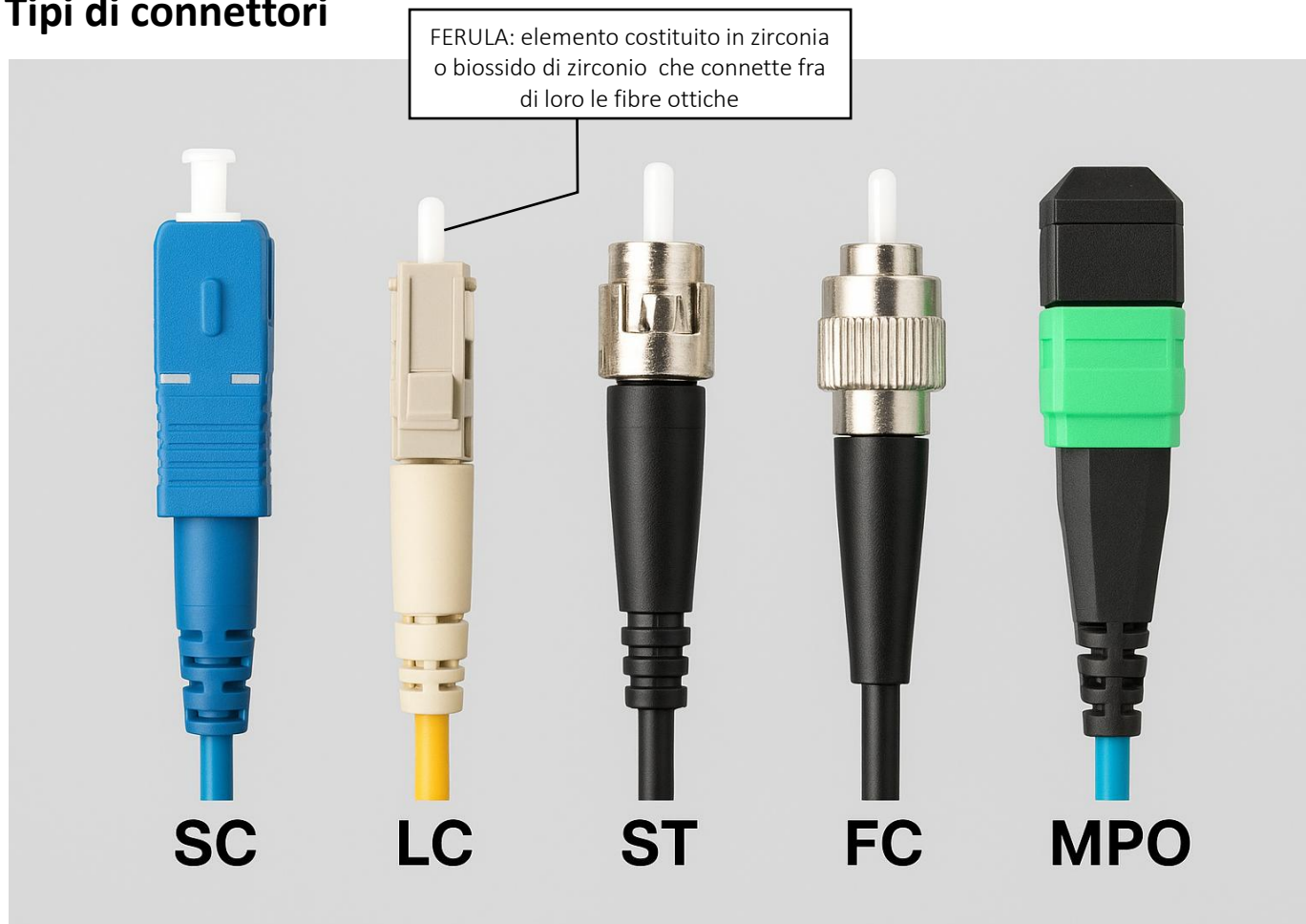


Fig. 4

Ecco una panoramica dei principali tipi di connettori usati:

1. Connettore SC (Standard Connector)

-  **Tipo:** Push-pull di colore **BLU** (inserimento a scatto)
-  **Diametro ferula:** 2,5 mm
-  **Uso tipico:** Reti LAN, apparati di telecomunicazioni, patch panel, reti multimodali
-  **Pro:** Semplice da usare, stabile, molto diffuso nelle installazioni LAN aziendali.
-  **Contro:** Ingombrante se usato in spazi ristretti (non duplex nativamente).

2. Connettore LC (Lucent Connector)

-  **Tipo:** Push-pull, versione “mini” dello SC
-  **Diametro ferula:** 1,25 mm
-  **Uso tipico:** Data center, reti 10G/40G/100G, apparati ad alta densità di porte.
-  **Pro:** Compatto, ideale per spazi ridotti, prestazioni ottiche elevate.
-  **Contro:** Più delicato meccanicamente rispetto allo SC.

3. Connettore ST (Straight Tip)

-  **Tipo:** Bayonet (bloccaggio a baionetta)
-  **Diametro ferula:** 2,5 mm
-  **Uso tipico:** Vecchi impianti multimodali, reti LAN o strumentazione.
-  **Pro:** Facile da collegare, robusto.
-  **Contro:** Oggi quasi superato da SC e LC.

4. Connettore FC (Ferrule Connector)

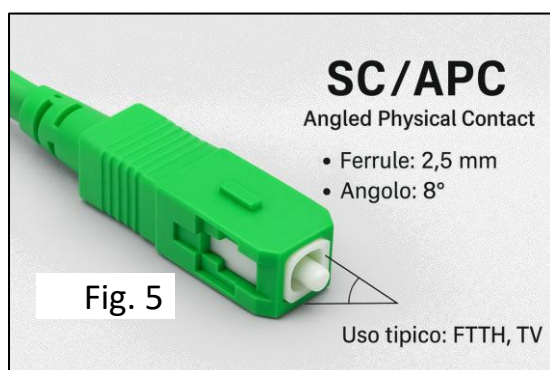
-  **Tipo:** Avvitamento filettato
-  **Diametro ferula:** 2,5 mm
-  **Uso tipico:** Laboratori, misure di precisione, reti monomodali.
-  **Pro:** Estrema stabilità meccanica, ottimo allineamento.
-  **Contro:** Lento da connettere, poco pratico per installazioni frequenti.

5. Connettori MTP/MPO (Multi-Fiber Push-On/Pull-Off)

-  **Tipo:** Multi-fibra (fino a 12, 24 o 48 fibre in un unico connettore)
-  **Uso tipico:** Data center, dorsali ad alta capacità (40/100/400G).
-  **Pro:** Altissima densità, connessioni rapide di molti canali ottici.
-  **Contro:** Costosi, richiedono pulizia e allineamento estremamente precisi.

6. Connettori SC/APC (Standard Connector/ Angled Physical Contact)

-  **Tipo:** Push-pull di colore **VERDE** (come l'SC classico, si innesta a scatto).
-  **Colore:** Verde, che lo identifica subito come APC e anche se si innesta nella presa BLU di tipo SC, NON è compatibile
-  **Lucidatura:** la ferula è tagliata con un **angolo di 8°**, invece che piatta.
-  **Diametro ferula:** 2,5 mm.
-  **Uso tipico:** Reti FTTH (fibra fino a casa). Reti PON/GPON, OLT/ONT, trasmissioni video e broadcast o per collegamenti dove è fondamentale ridurre i riflessi ottici.
-  **Contro:** Ingombrante se usato in spazi ristretti



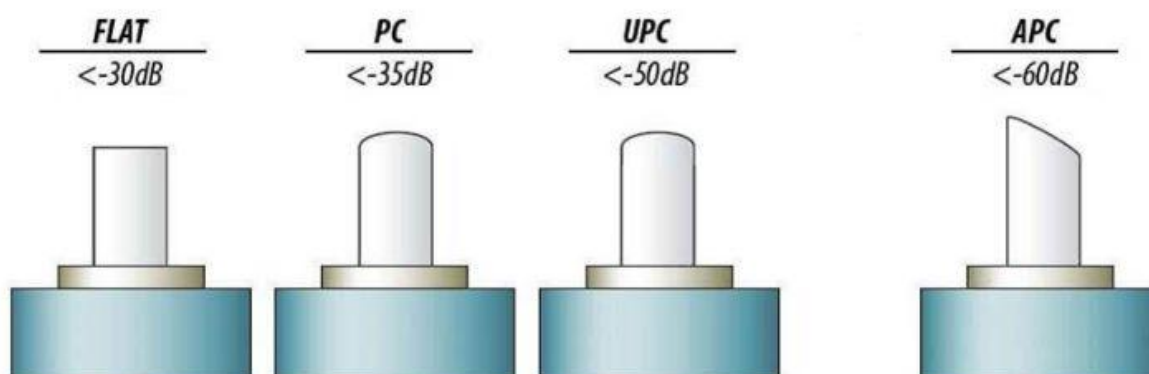
Questo è il connettore standard che si usa nelle telecomunicazioni grazie alla facilità di innesto e alla sua elevata capacità di attenuare i segnali di ritorno dovuti a disadattamento delle connessioni dell'impianto. È importante sottolineare che è sempre di colore VERDE e NON è intercambiabile con il tipo BLU SC/PC a causa dell'angolo della ferula

Tipi di lucidatura (lappatura) della ferula

Il modo in cui la punta del connettore (Ferula) è **lucidata** influisce sulla qualità del segnale:

Tipo	Sigla	Colore connettore	Perdita di ritorno	Uso tipico
PC (Physical Contact)	PC	Blu chiaro	~ -40 dB	Standard base
UPC (Ultra Physical Contact)	UPC	Blu	~ -50 dB	Reti ad alte prestazioni
APC (Angled Physical Contact)	APC	Verde	~ -60 dB	FTTH, trasmissione TV, monomodale

Nota: come descritto sopra, il connettore /APC ha la ferula tagliata con un angolo di 8° che riduce le riflessioni ottiche; migliore qualità per collegamenti **monomodali** (es. fibra fino a casa).



Finestre ottiche

Le finestre ottiche o finestre di trasmissione, sono gli **intervalli di lunghezze d'onda** dello spettro elettromagnetico, nello specifico dell'**infrarosso**, in cui le fibre ottiche, in particolare quelle in vetro di silice che compone fisicamente la fibra, mostrano un'**attenuazione del segnale significativamente più bassa**. In pratica, sono le "corsie preferenziali" in cui il segnale luminoso può viaggiare più a lungo e con meno perdita di potenza lungo la fibra ottica, rendendole ideali per le telecomunicazioni.

Cause e Importanza

L'attenuazione della luce che viaggia nella fibra è causata principalmente da due fenomeni:

1. **Assorbimento:** Dovuto alle impurità chimiche presenti nel vetro (come gli ioni OH dell'acqua) e alla risonanza meccanica del materiale.
2. **Dispersione/Scattering:** una diffusione della luce dovuta a variazioni microscopiche di densità nel vetro, che è molto più intensa alle lunghezze d'onda più corte (luce blu/UV).

Le finestre ottiche si collocano in corrispondenza dei punti di minimo tra questi picchi di attenuazione (fig.6)

Le Tre Finestre Ottiche Tradizionali

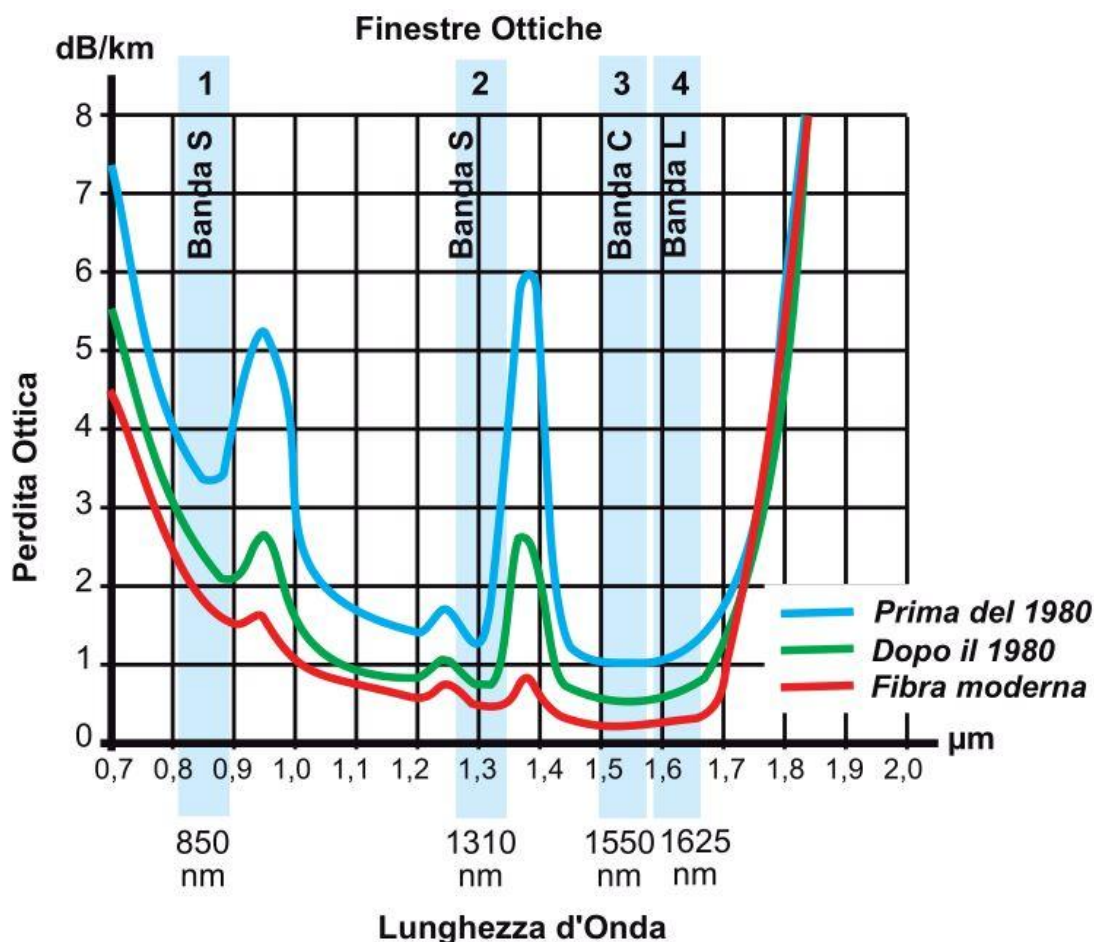


Fig. 6

Le fibre ottiche in silice usate nelle telecomunicazioni utilizzano tradizionalmente tre Finestre ottiche, espresse in nanometri:

Finestra	Lunghezza d'onda (λ)	Tipo di Fibra	Attenuazione Tipica	Note
Prima (I)	850 nm	Multimodale	Alta (circa 2,5 dB/km)	Usata per brevi distanze (LAN, Data Center).
Seconda (II)	1300 nm	Multimodale / Monomodale	Media (circa 0,5 - 0,8 dB/km)	Un buon compromesso tra dispersione e attenuazione.
Terza (III)	1550 nm	Monomodale	Bassa (circa 0,2 - 0,3 dB/km)	La più utilizzata per lunghe distanze (Dorsali, FTTH) per la sua bassissima attenuazione.

Le Bande (Windows Estese)

Nelle moderne reti in fibra monomodale, il concetto di "finestra" è stato esteso in sei bande definite dall'ITU-T (Unione Internazionale delle Telecomunicazioni), per sfruttare l'intera regione di bassa perdita e aumentare la capacità con la tecnologia **WDM** (Wavelength Division Multiplexing):

- **O-band** (Original): (λ) 1260 ÷ 1360
- **E-band** (Extended): (λ) 1360 ÷ 1460 (storicamente con alto assorbimento di acqua, ora superato con fibre a basso picco d'acqua)
- **S-band** (Short Wavelength): (λ) 1460 ÷ 1530
- **C-band** (Conventional): (λ) 1530 ÷ 1565 (include la III finestra tradizionale; è la più usata per WDM e amplificazione ottica)
- **L-band** (Long Wavelength): (λ) 1565 ÷ 1625
- **U-band** (Ultra-long): (λ) 1625 ÷ 1675

TEST e MISURAZIONI

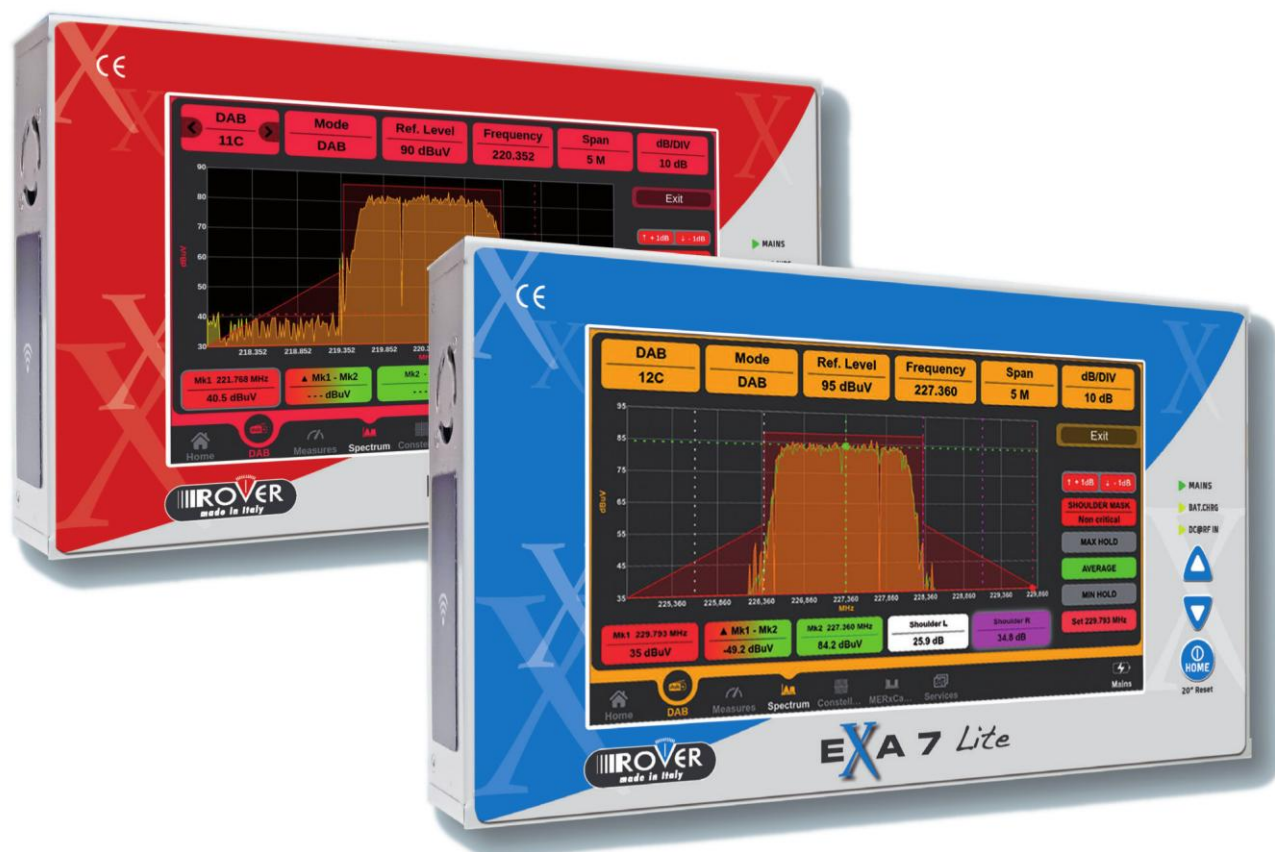
Prima di addentrarci nella spiegazione sulle modalità di test e di misurazione di una rete in fibra ottica è bene ricordare che:

PER LA BUONA RIUSCITA DI UN IMPIANTO IN FIBRA OTTICA È DI FONDAMENTALE IMPORTANZA LA PULIZIA DEI CONNETTORI E DEGLI ELEMENTI CHE COSTITUISCONO IL CABLAGGIO. Ci sono molti metodi che si possono utilizzare per la pulizia dei connettori o delle prese es.: salviette, alcool, aria spray, ...

La maggior parte delle cause di malfunzionamento sono costituite da sporco dei connettori e dall'uso scorretto dei connettori stessi es: connettore VERDE (SC/APC) innestato in una bussola BLU (SC/PC)

OPZIONE FIBRA OTTICA

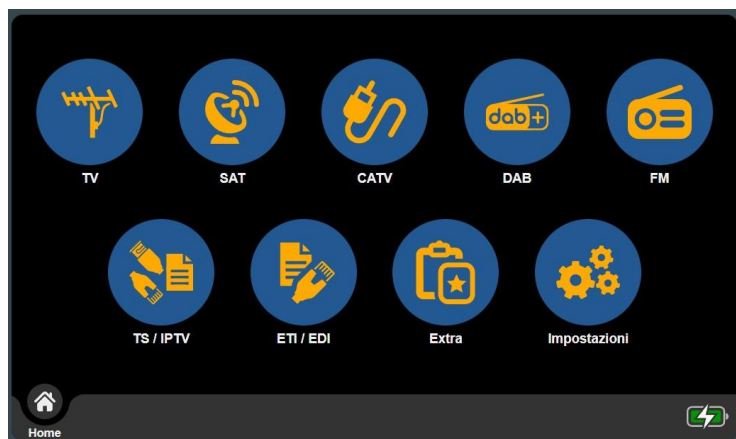
SERIE EXA



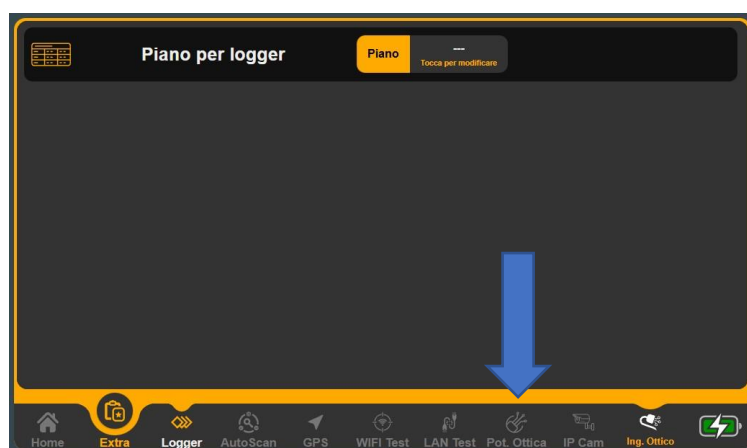
E' di fondamentale importanza che l'opzione **EXA OPTIC** sia disponibile nello strumento, in caso contrario contattare l'assistenza ROVER per avere informazioni su come procedere per la sua installazione.

Si possono fare due tipi di misure:

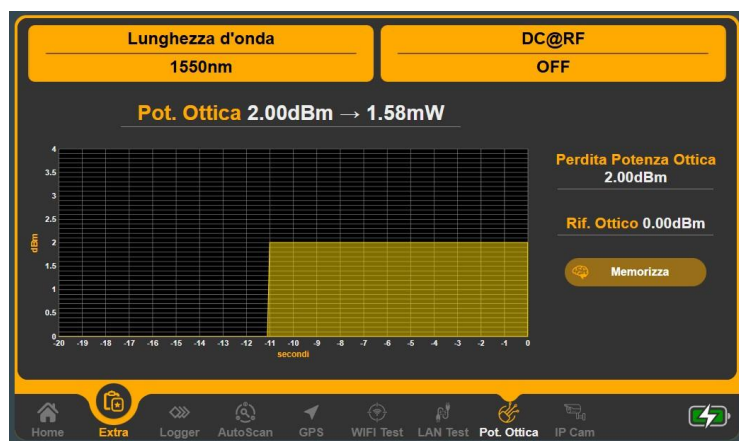
1. misurazione di potenza ottica (optical power meter). Viene misurata la potenza ottica del segnale d'ingresso a prescindere dal contenuto. Es: telefonia, internet, TV-SAT, dati.
2. Demodulazione e misurazione dei segnali TV-SAT. Qual ora siano stati veicolati tramite la fibra segnali digitali TV o SAT, è possibile demodularli ed analizzarli per conoscere la qualità, visionare l'immagine (se in chiaro), ...



Dalla schermata HOME, entrare nella funzione “Extra”

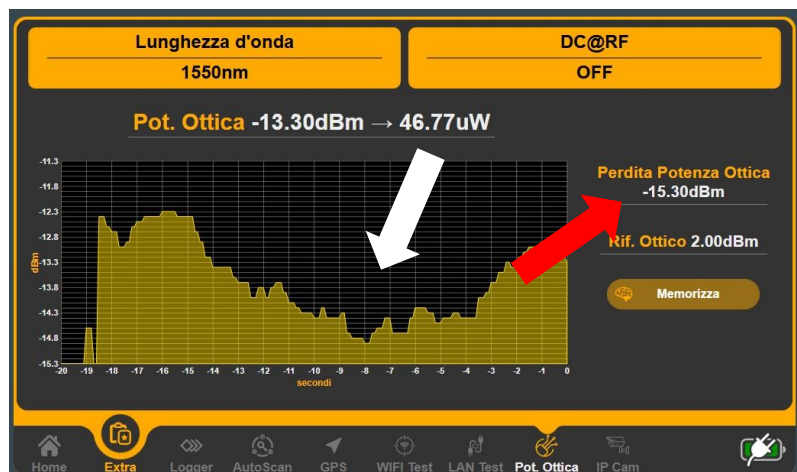


e selezionare la voce “**Pot Ottica**” per poter accedere alla funzione di “Optical Power Meter” (OPM) ovvero la misurazione della potenza del segnale ottico presente all’ingresso del connettore SC e delle sue eventuali attenuazioni.



Accedendo a questa funzione è possibile visualizzare lo stato del segnale ottico, sia graficamente sia numericamente. Prima di eseguire la misurazione, impostare la finestra ottica di riferimento toccando l’icona “**Lunghezza d’onda**”. Nell’esempio riportato, il segnale ottico in ingresso presenta una lunghezza d’onda di **1550 nm** e una potenza misurata di **2,00 dBm**.

L’icona “**DC@RF**” (in posizione *off* di default) consente, se attivata, di abilitare la telealimentazione attraverso il connettore RF. Se il segnale misurato proviene da una centrale telefonica o da un centralino, toccare l’icona “**Memorizza**” per salvarlo come segnale di riferimento. Questo valore potrà essere utilizzato per le successive misurazioni di attenuazione dell’impianto.

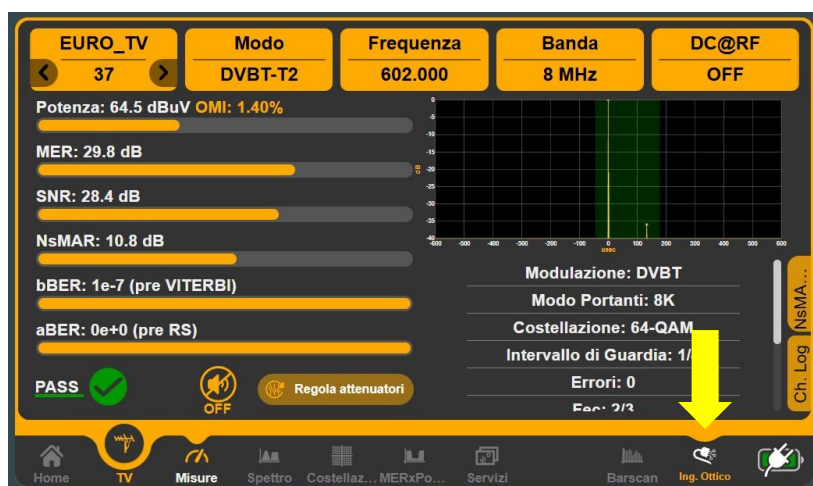


la potenza ottica misurata in ingresso (**-13,3 dBm**)

A fianco è riportato un esempio di **segnale ottico instabile**, causato probabilmente da una **connessione sporca**.

Nel grafico si può osservare la **variazione del segnale ottico nel tempo** (freccia bianca) e una **perdita di potenza** pari a **-15,3 dBm** (freccia rossa).

L'attenuazione è calcolata sottraendo dalla potenza di riferimento (**+2 dBm**)



correttamente.

Per misurare la qualità di un segnale TV, accedere al menu HOME, toccare l'icona "TV" e selezionare l'**ingresso ottico** (vedi freccia).

In questa modalità è possibile eseguire **tutte le misurazioni standard**, oltre a quella visualizzata accanto al valore di potenza RF, - **OMI** - che indica la percentuale di modulazione ottica. Questo parametro è utile per verificare se il convertitore **RF/Ottico** è pilotato



Si applica la stessa procedura per i segnali SAT, spettro, ...

NB: una volta che l'opzione d'ingresso Ottico o RF è stato scelto, questa rimarrà sempre attiva fino alla successiva selezione