



LA CERTIFICAZIONE DEI CABLAGGI

Pietro Nicoletti

Pietro.Nicoletti@torino.alpcom.it

Pier Luca Montessoro

Montessoro@uniud.it

<http://www.uniud.it/~montessoro>



Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

Scopo della certificazione

- Verificare la conformità dei cablaggi rame alle categorie degli standard
- Verificare la corretta posa dei cavi di dorsale in fibra ottica e la perdita di accoppiamento sui connettori
- Verificare la conformità ai limiti di attenuazione previsti per il cablaggio orizzontale in fibra ottica (fiber to the desk)

Standard per i cavi rame

- Esistono due standard per la verifica della categoria o classe di link:
 - lo standard americano TIA/EIA TSB67
 - definisce le specifiche degli strumenti di misura ed i metodi di certificazione dei cablaggi UTP
 - lo standard internazionale ISO/IEC IS 11801
 - definisce le specifiche per il cablaggio, ma è incompleto per ciò che riguarda la parte di certificazione

Strumenti per cablaggi rame

- Sono strumenti di misura da campo di ridotte dimensioni e costi contenuti (da 6 a 12 milioni di lire)
 - sono costituiti da due apparati:
 - uno con tutte le funzionalità di strumento di misura e dotato di display e tastiera
 - l'altro con funzionalità di iniettore di segnale e strumento di misura del NEXT
 - possono tenere in memoria alcune centinaia di misure
 - sono dotati di porta seriale per scaricare i risultati delle misure su PC
 - sono dotati di batterie ricaricabili ed accessori vari (cavetti di patch, adattatori, cavo seriale ecc.)

Test dello strumento da campo

- Il bollettino TIA/EIA TSB67 definisce i seguenti test principali:
 - mappa delle connessioni delle coppie (wire map)
 - lunghezza della connessione (link o channel)
 - attenuazione
 - NEXT loss alle due estremità (dual-NEXT)
- Ulteriori test previsti da ISO/IEC IS 11801:
 - ACR
 - DC resistance
 - continuità dello schermo se presente
 - impedenza
 - lo scopo di questo test è verificare la corretta posa del cavo senza schiacciamenti dello stesso

Classi degli strumenti di misura

- Il bollettino TIA/EIA TSB67 definisce due classi di lavoro per gli strumenti di misura:
 - la classe I
 - la classe II
- Per ogni classe di lavoro definisce il livello di accuratezza e precisione dello strumento
 - la classe II è quella più precisa e quindi quella da preferire nella scelta dello strumento

Strumenti di classe I

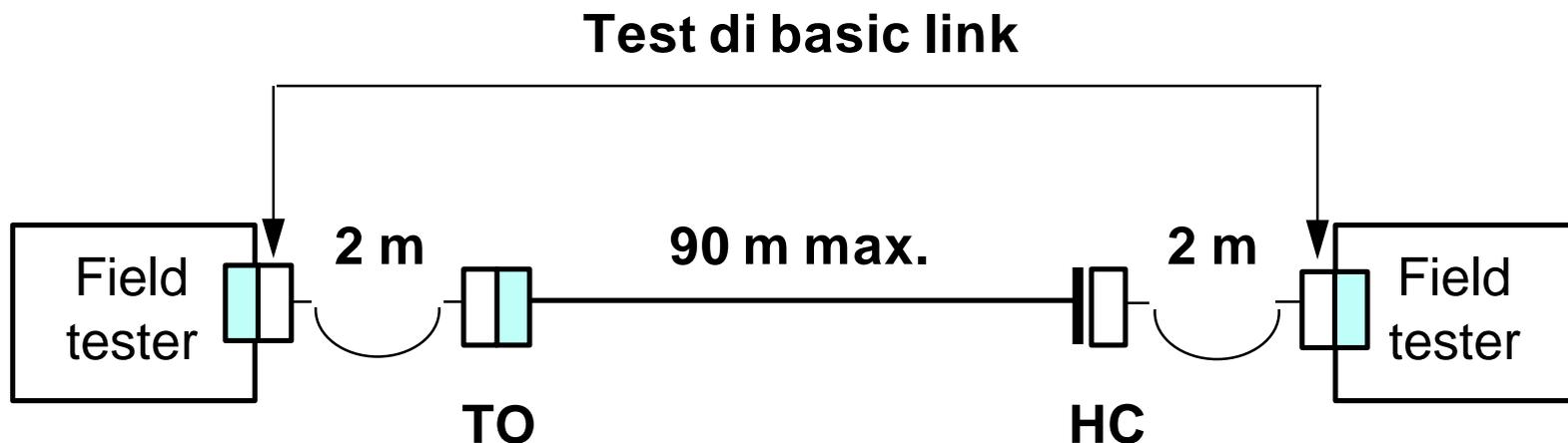
- Le caratteristiche richieste degli strumenti sono le seguenti:
 - NEXT accuracy ± 3.4 dB
 - Attenuation accuracy ± 1.3 dB
 - Random Noise balance $65 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Residual NEXT $55 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Output signal balance $37 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Common Mode Rejection $37 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Length accuracy ± 1 meter $\pm 4\%$
 - Return Loss 15 dB

Strumenti di classe II

- Le caratteristiche richieste degli strumenti sono le seguenti:
 - NEXT accuracy ± 1.6 dB
 - Attenuation accuracy ± 1 dB
 - Random Noise balance $65 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Residual NEXT $55 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Output signal balance $37 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Common Mode Rejection $37 - 15 \log (f/100)$ dB
 - Length accuracy ± 1 meter $\pm 4\%$
 - Return Loss 15 dB

TIA/EIA TSB67 basic link

- Il modello di riferimento per il test di basic link prevede: 90 m di cablaggio orizzontale e 2 equipment patch cord da 2 m
 - il cavo dei patch cord deve essere di tipo trefolato da 24 AWG, di categoria 5



TO = telecommunication outlet
 HC = horizontal cross-connect

Attenuazione basic link TSB67

Caratteristiche elettriche			Categoria del Link		
Caratteristiche Elettriche @ 20 °C	Unità di Misura	MHz	3	4	5
Attenuazione massima ammessa	dB / 100 m	1	3.2	2.2	2.1
		4	6.1	4.3	4.0
		8	8.8	6.0	5.7
		10	10.0	6.8	6.3
		16	13.2	8.8	8.2
		20	-	9.9	9.2
		25	-	-	10.3
		31.25	-	-	11.5
		62.5	-	-	16.7
100	-	-	21.6		

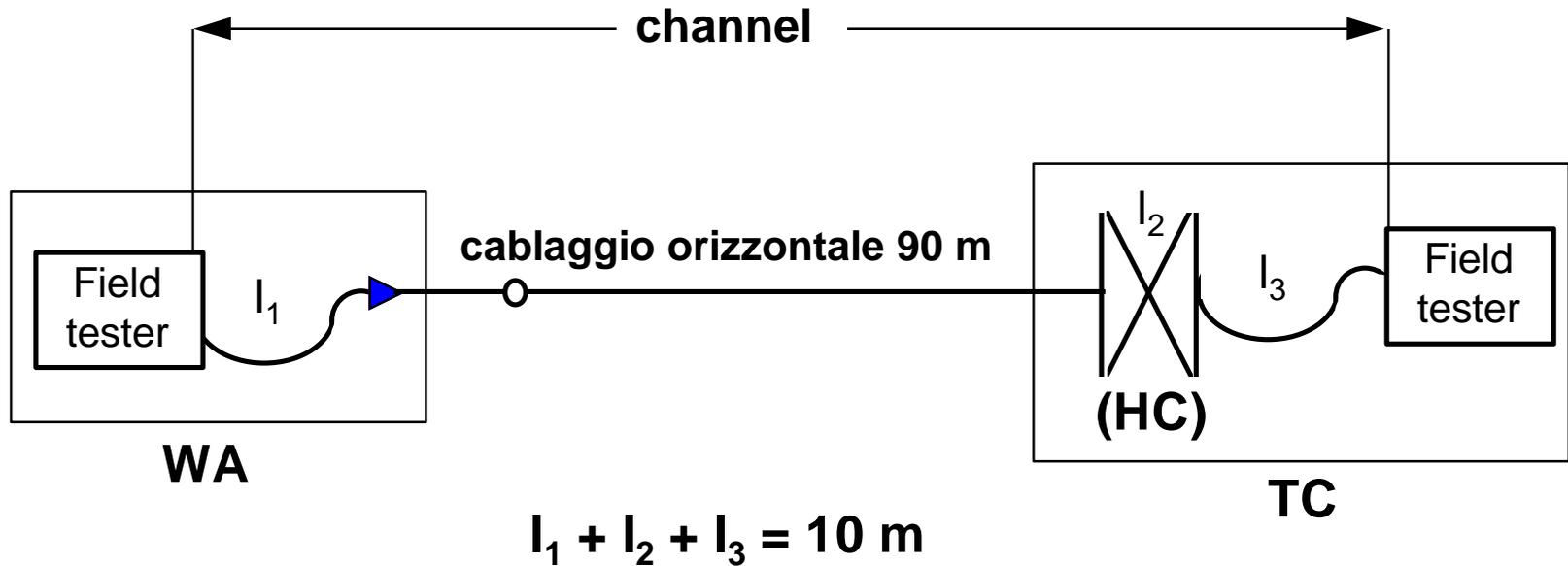
Dual-NEXT basic link TSB67

Caratteristiche elettriche			Categoria del Link		
Caratteristiche Elettriche @ 20 °C	Unità di Misura	MHz	3	4	5
Valore di NEXT minimo ammesso	dB@100 m	1	40.1	54.7	60.0
		4	30.7	45.1	51.8
		8	25.9	40.2	47.1
		10	24.3	38.6	45.5
		16	21.0	35.3	42.3
		20	-	33.7	40.7
		25	-	-	39.1
		31.25	-	-	37.6
		62.5	-	-	32.7
		100	-	-	29.3

TSB67 channel performance

- Il modello di riferimento per il test di channel prevede:
 - 90 m di cablaggio orizzontale
 - 3 patch cord la cui somma delle lunghezze non superi i 10 m
 - il cavo dei patch cord deve essere di tipo trefolato da 24 AWG
 - 1 permutatore
 - 1 accoppiamento jack/plug
 - un eventuale transition point

TSB67 channel



✕ = cross-connect

▶ = telecommunication outlet

—○— = transition point

I_1 = work area cable

I_2 = patch cord

I_3 = equipment cable

Attenuazione channel TSB67

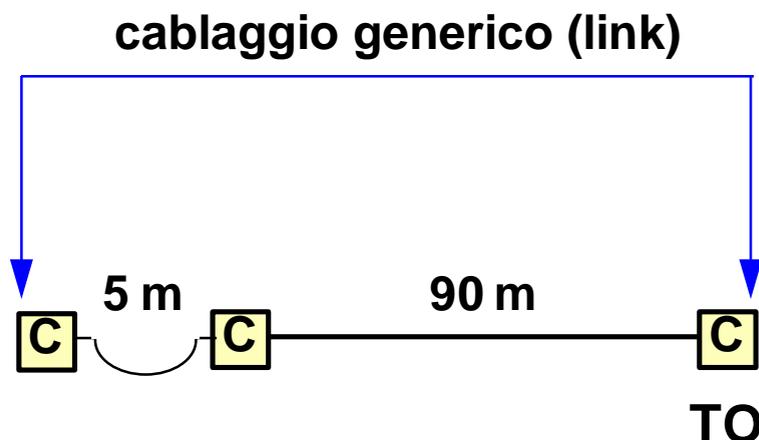
Caratteristiche elettriche			Categoria del Link		
Caratteristiche Elettriche @ 20 °C	Unità di Misura	MHz	3	4	5
Attenuazione massima ammessa	dB / 100 m	1	4.2	2.6	2.5
		4	7.3	4.8	4.5
		8	10.2	6.7	6.3
		10	11.5	7.5	7.0
		16	14.9	9.9	9.2
		20	-	11.0	10.3
		25	-	-	11.4
		31.25	-	-	12.8
		62.5	-	-	18.5
100	-	-	24.0		

Dual-NEXT channel TSB67

Caratteristiche elettriche			Categoria del Link		
Caratteristiche Elettriche @ 20 °C	Unità di Misura	MHz	3	4	5
Valore di NEXT minimo ammesso	dB@100 m	1	39.1	53.3	60.0
		4	29.3	43.3	50.6
		8	24.3	38.2	45.6
		10	22.7	36.6	44.0
		16	19.3	33.1	40.6
		20	-	31.4	39.0
		25	-	-	37.4
		31.25	-	-	35.7
		62.5	-	-	30.6
100	-	-	27.1		

ISO/IEC: classi di connessione

- Il modello di riferimento per i test di classe di connessione (link class) prevede:
 - 90 m di cablaggio orizzontale, un patch cord da 5 m, 3 punti di connessione
 - il cavo del patch cord deve essere di tipo trefolato da 24 o 26 AWG



TO = telecommunication outlet
C = connecting hardware

ISO/IEC: attenuazione di link

Frequenz. MHz	Attenuazione massima ammessa (dB)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
0.1	16	5.5	N/A	N/A
1	N/A	15	3.7	2.5
4	N/A	N/A	6.6	4.8
10	N/A	N/A	10.7	7.5
16	N/A	N/A	14	9.4
20	N/A	N/A	N/A	10.5
31.25	N/A	N/A	N/A	13.1
62.5	N/A	N/A	N/A	18.4
100	N/A	N/A	N/A	23.2

ISO/IEC: dual-NEXT di link

Frequenz. MHz	Valori minimi di Crosstalk loss (dB)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
0.1	27	40	N/A	N/A
1	N/A	25	39	54
4	N/A	N/A	29	45
10	N/A	N/A	23	39
16	N/A	N/A	19	36
20	N/A	N/A	N/A	35
31.25	N/A	N/A	N/A	32
62.5	N/A	N/A	N/A	27
100	N/A	N/A	N/A	24

ISO/IEC: ACR link di classe D

Frequenza MHz	ACR minimo dB
1	-
4	40
10	35
16	30
20	28
31.25	23
62.5	13
100	4

Test ISO/IEC classe D

- I limiti di attenuazione e NEXT permettono di effettuare i test con successo
 - con cavi e patch cord conformi ISO/IEC o TIA/EIA
- I limiti sono troppo permissivi

Attenuazione link classe D ISO/IEC						
MHz	dB cabl.	dB conn. hardw.	dB patch	dB link	Limite ISO/IEC	
1.00	1.89	0.30	0.16	2.35	2.50	
4.00	3.87	0.30	0.32	4.49	4.80	
10.00	5.94	0.30	0.50	6.74	7.50	
16.00	7.38	0.60	0.62	8.60	9.40	
20.00	8.28	0.60	0.69	9.57	10.50	
31.25	10.62	0.60	0.89	12.11	13.10	
62.50	15.39	0.90	1.28	17.57	18.40	
100.00	19.80	1.20	1.65	22.65	23.20	

Limiti del basic link TIA/EIA

I limiti sono troppo restrittivi:

- sui link di lunghezza massima possono fallire sia i test attenuazione che quelli di NEXT

Attenuazione basic link TIA/EIA categoria 5						
MHz	dB cabl.	dB conn. hardw.	dB patch	dB link	Limite TIA/EIA	
1.00	1.80	0.20	0.10	2.10	2.10	
4.00	3.69	0.20	0.20	4.09	4.00	
8.00	5.22	0.20	0.28	5.70	5.70	
10.00	5.85	0.20	0.31	6.36	6.30	
16.00	7.38	0.40	0.40	8.18	8.20	
20.00	8.37	0.40	0.44	9.21	9.20	
25.00	9.36	0.40	0.50	10.26	10.30	
31.25	10.53	0.40	0.56	11.49	11.50	
62.50	15.30	0.60	0.82	16.72	16.70	
100.00	19.80	0.80	1.06	21.66	21.60	

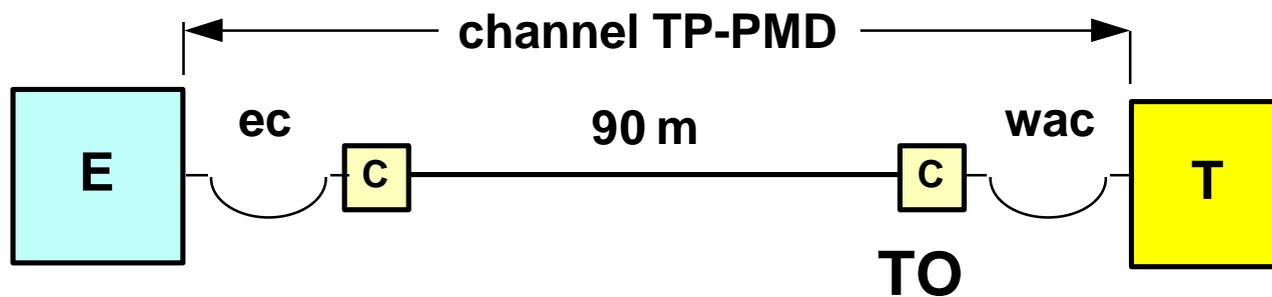
Limiti del channel TIA/EIA

- I limiti di attenuazione e NEXT sono ragionevoli se applicati al modello di cablaggio TP-PMD

Attenuazione channel TIA/EIA categoria 5					
MHz	dB cabl.	dB conn. hardw.	dB patch	dB Channel	Limite TIA/EIA
1.00	1.80	0.30	0.24	2.34	2.50
4.00	3.69	0.30	0.49	4.48	4.50
8.00	5.22	0.30	0.69	6.21	6.30
10.00	5.85	0.30	0.78	6.93	7.00
16.00	7.38	0.60	0.99	8.97	9.20
20.00	8.37	0.60	1.11	10.08	10.30
25.00	9.36	0.60	1.25	11.21	11.40
31.25	10.53	0.60	1.41	12.54	12.80
62.50	15.30	0.90	2.04	18.24	18.50
100.00	19.80	1.20	2.64	23.64	24.00

Modello di cablaggio TP-PMD

- Lo standard TP-PMD viene utilizzato per FDDI e Ethernet 100baseT e prevede:
 - 90 m di cavo di categoria 5
 - 2 connecting hardware di categoria 5
 - 2 cavetti di tipo trefolato da 24 AWG di cat. 5



E equipment (apparecchiatura)
 c connessione
 T apparato terminale
 TO telecommunication outlet

ec equipment cable
 wac work area cable
 ec + wac ≤ 10 m

Test su cablaggio TP-PMD

■ Un cablaggio TP-PMD

- non può avere permutazioni intermedie
- può essere certificato:
 - utilizzando i limiti di channel TIA/EIA
 - utilizzando i limiti di link di classe D ISO/IEC

■ Lo standard TP-PMD impone i seguenti limiti a 31.25 MHz:

- attenuazione massima 14 dB
- ACR minimo 23 dB

■ ISO/IEC si presta meglio per la certificazione dei cablaggi poichè definisce anche i valori di ACR per il link di classe D

TP-PMD e limiti di attenuazione

- I limiti del link di classe D di ISO/IEC applicati al channel TP-PMD sono accettabili
 - i test di attenuazione, dual-next e ACR terminano con successo

Attenuazione channel TP-PMD

MHz	dB cabl.	dB conn. hardw.	dB patch	dB channel	Limite ISO/IEC
1.00	1.80	0.20	0.24	2.24	2.50
4.00	3.69	0.20	0.49	4.38	4.80
10.00	5.85	0.20	0.78	6.83	7.50
16.00	7.38	0.40	0.99	8.77	9.40
20.00	8.37	0.40	1.11	9.88	10.50
31.25	10.53	0.40	1.41	12.34	13.10
62.50	15.30	0.60	2.04	17.94	18.40
100.00	19.80	0.80	2.64	23.24	23.20

Certificazione delle fibre ottiche

- La certificazione varia a seconda del cablaggio:
 - la dorsale richiede i test di:
 - attenuazione
 - Return Loss
- La certificazione va effettuata con OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) e Power Meter
 - per cablaggio orizzontale è sufficiente verificare il limite di attenuazione massima con il power meter

Certificazione F.O. di dorsale

■ Attenuazione

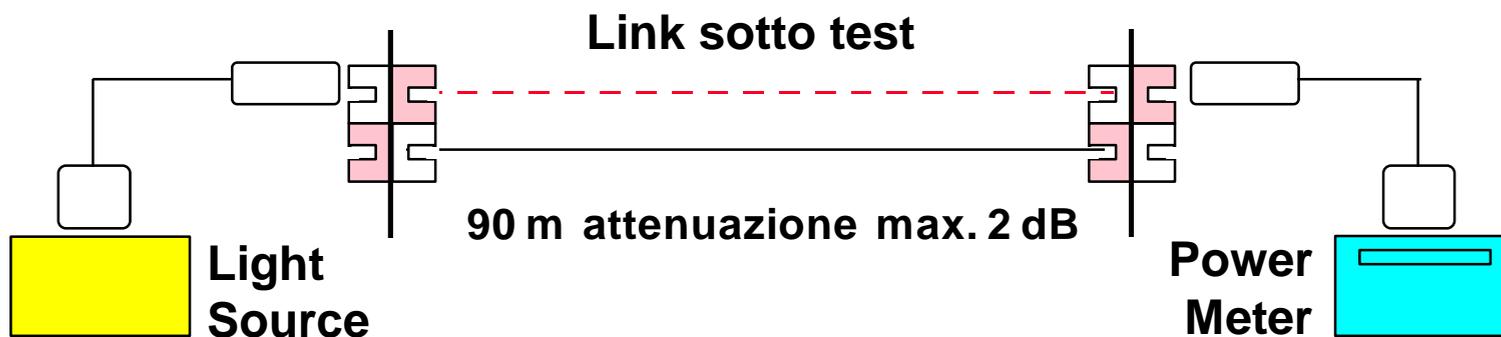
- 0.75 dB massimi sul connettore

■ Return Loss

- 20 dB minimi su fibra ottica multimodale 62.5/125 μm sia a 850 che a 1300 nm
- 26 dB minimi su fibra ottica monomodale sia a 1310 che a 1550 nm

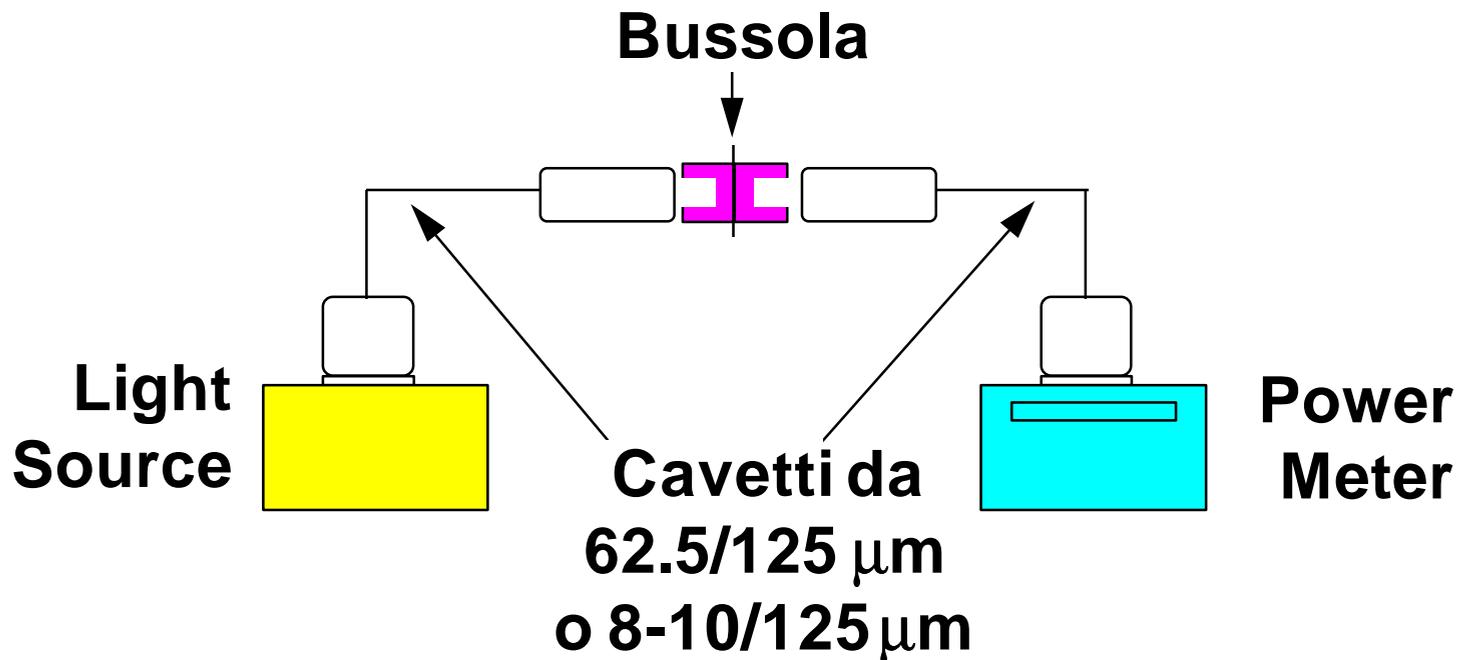
Certificazione cabl. orizzontale

- Il cablaggio orizzontale in fibra ottica deve avere un'attenuazione inferiore a 2 dB
- La certificazione deve essere effettuata a 850 e 1300 nm



Calibrazione Power Meter

- Prima di effettuare una misura bisogna calibrare il Light-Source con il Power Meter
 - usare gli opportuni cavetti a seconda del tipo di fibra che si vuole certificare



Certifica completa di connessione

- Prima di connettere gli apparati attivi bisogna effettuare una verifica completa con il Power Meter che include anche le bretelle ottiche
 - spesso i malfunzionamenti sono causati da bretelle ottiche difettose

