

COMMSCOPE®

 Majorano®

IT.ANSWER®



# Infrastruttura di cablaggio in rame e fibra ottica

Principi base per i sistemi di comunicazione in rame e fibra ottica, standard di riferimento (ISO/IEC 11801, EN 50173), categorie e classi prestazionali.

Agrate Brianza (MB), 22 Giugno 2021

**Davide Badiali**

COMMSCOPE

Infrastructure System Engineer

# Mi presento

## DAVIDE BADIALI

Basato presso la sede COMMSCOPE di Agrate Brianza (MB)

Ruolo di *Infrastructure System Engineer* per Italia, Grecia e Cipro

Esperienza ventennale in ambito ICT

Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni presso Politecnico di Milano

Membro Bicsi e certificazione RCDD dal 2006

Membro CEI, partecipazione ai comitati CT306, CT46, CT48, SC86A, SC86B

Per contattarmi: >>>> **[badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)** <<<<<



# I Modulo - Infrastruttura di cablaggio in rame e fibra ottica

## Agenda:

- Cosa è un “cablaggio strutturato”
- Standard di riferimento
- Rame
  - Trasmissione su coppie incrociate
  - Categorie e classi prestazionali
  - Utilizzo sistemi schermati e UTP
- Fibra ottica
  - Principi base trasmissione ottica
  - Tipi di fibre (SM, MM)
  - Caratteristiche dei cavi e connettori

Per la documentazione:

- Email:

[badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)

- Tramite il link:

<https://page.commscope.com/ingegnere.html>



# Che cosa è un 'cablaggio strutturato'?

it.wikipedia.org/wiki/Cablaggio#:~:text=Cablaggio%20strutturato,-Negli%20edifici%20moderni&text=I%20cavi%20hanno%20una%20lunghezza,dall... ☆ [Windows icon] [Volume icon] [Settings icon] [User icon]

Accesso non effettuato [discussioni](#) [contributi](#) [registrati](#) [entra](#)

Voce [Discussione](#) Leggi [Modifica](#) [Modifica wikitesto](#) [Cronologia](#)

## Cablaggio

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

**Questa voce o sezione sugli argomenti hardware e telecomunicazioni non cita le fonti necessarie o quelle presenti sono insufficienti.**  
**Commento:** *Questa voce manca completamente di fonti*

Puoi migliorare questa voce aggiungendo citazioni da fonti attendibili secondo le linee guida sull'uso delle fonti. Segui i suggerimenti del progetto di riferimento.

Il **cablaggio**, in **elettrotecnica**, **telecomunicazioni** e **informatica**, è l'insieme dei collegamenti e impianti fisici (**cavi**, **connettori**, **permutatori**, **infrastrutture di supporto**) che permettono l'interconnessione tipicamente nell'ambito di un edificio o un gruppo di edifici per la realizzazione di una rete (es. **rete elettrica**, **rete telefonica**, **rete di telecomunicazioni**, **rete locale**, **ultimo miglio**, **MAN**, **WAN**, ecc.).

**Indice** [\[nascondi\]](#)

- Descrizione
  - Cablaggio strutturato
- Voci correlate
- Altri progetti

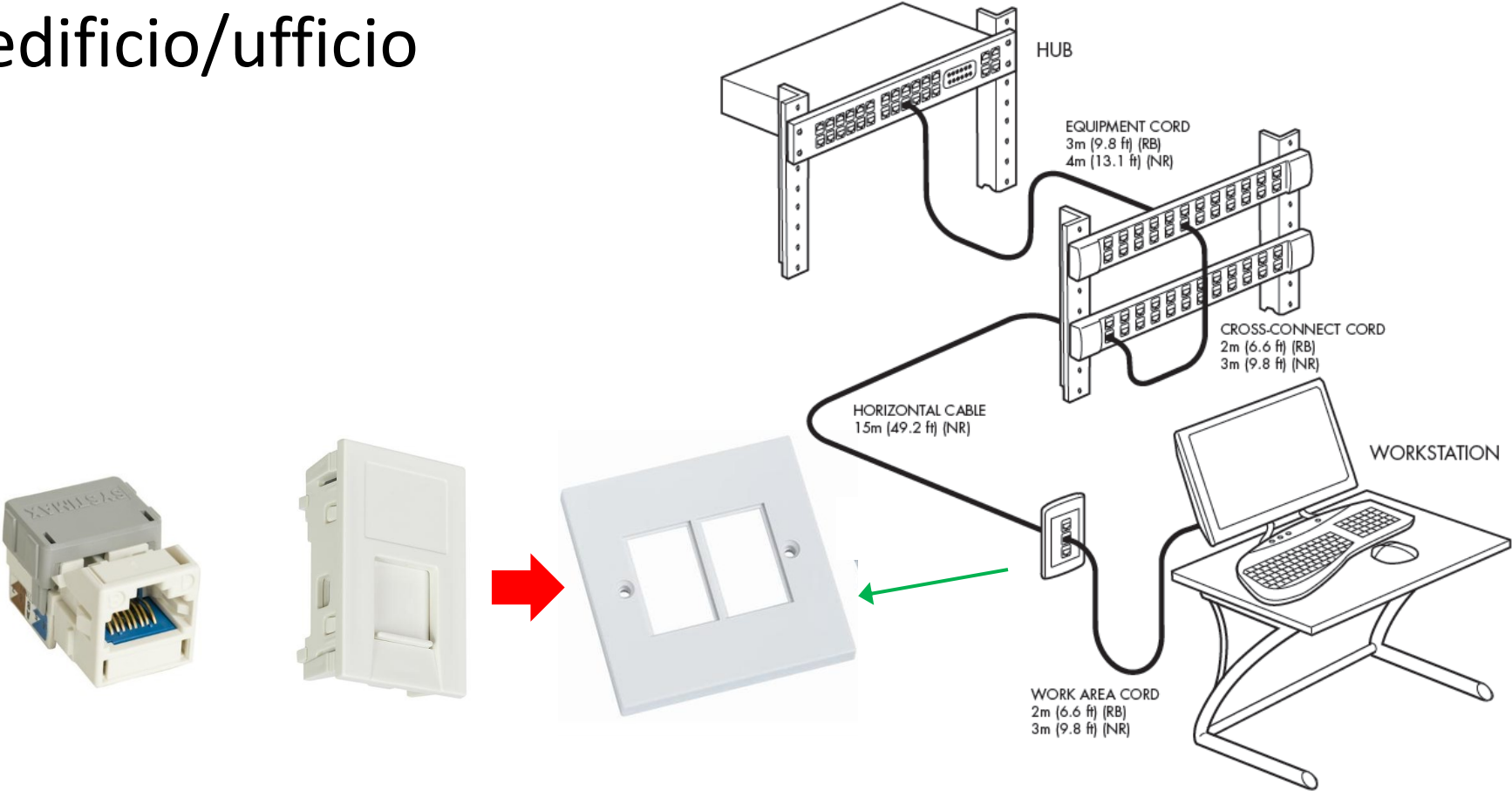
### Descrizione

Tra i primi esempi di cablaggio si possono citare le prime reti **ethernet** (dette **10Base5**, **thick cable**), costituite da grossi **cavi coassiali** in rame, a cui i calcolatori dovevano essere collegati perforando la guaina esterna fino a raggiungere il connettore interno. Questi cablaggi



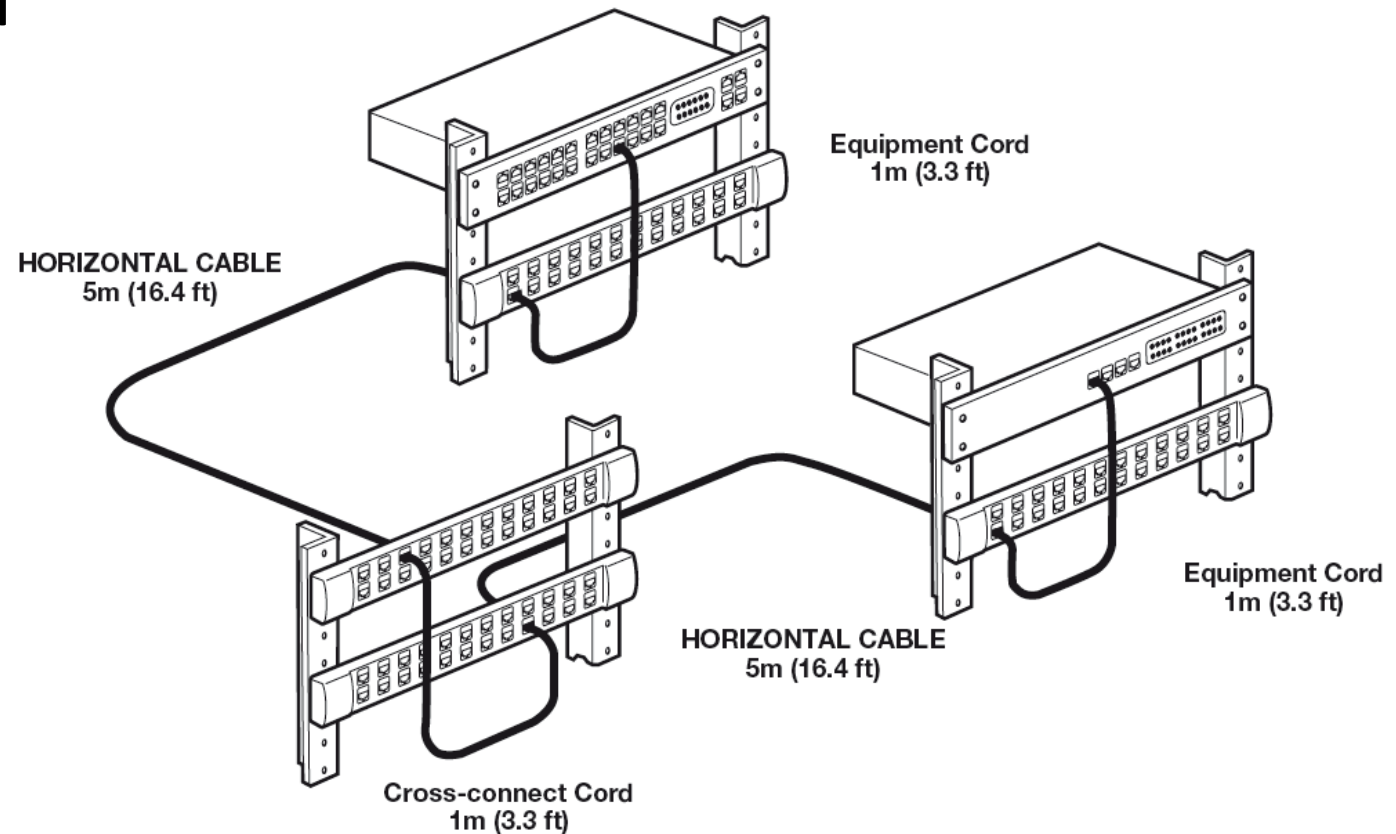
# Che aspetto ha un cablaggio strutturato?

Dipende dove si ci trova...  
... esempio edificio/ufficio

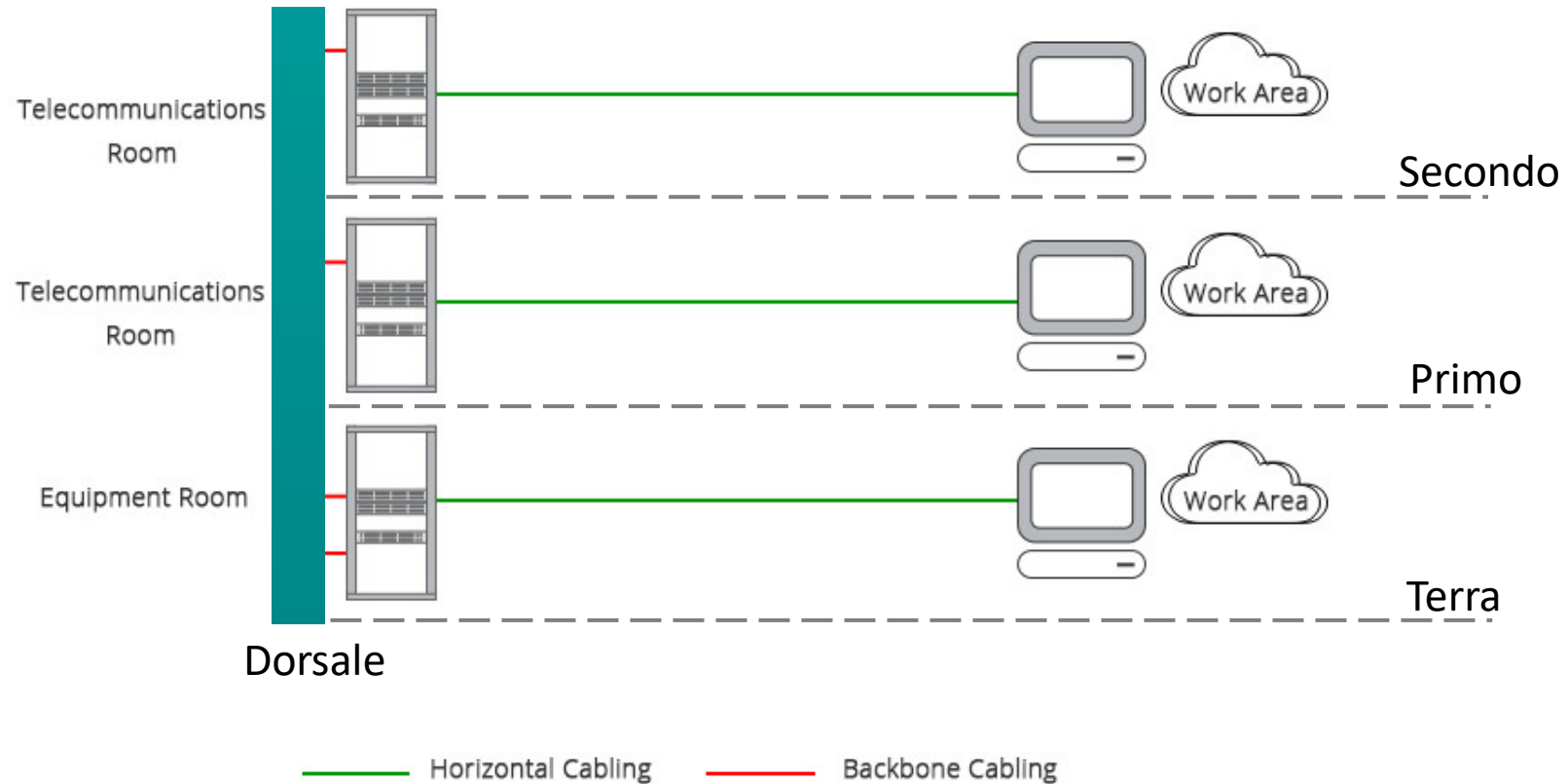


# Che aspetto ha un cablaggio strutturato?

Dipende dove si ci trova...  
... esempio data center

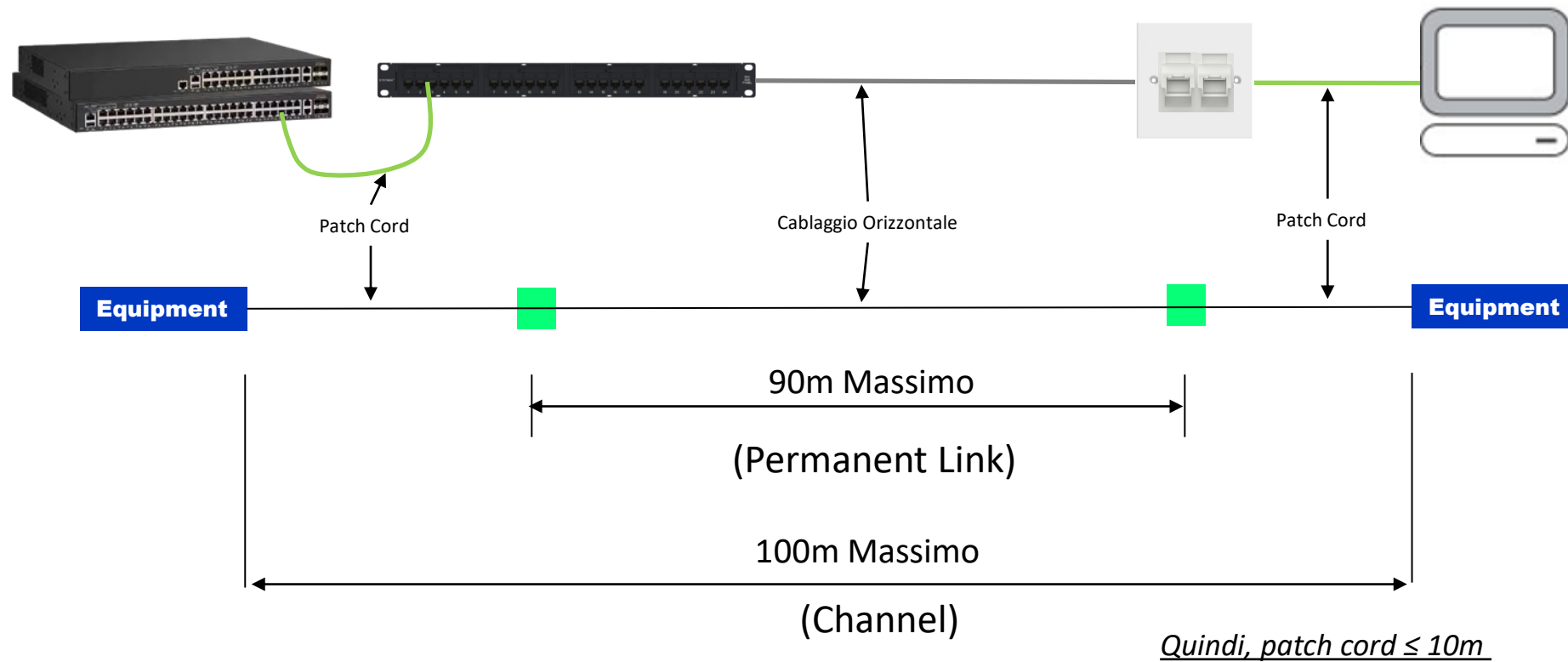


# Cablaggio orizzontale e di dorsale

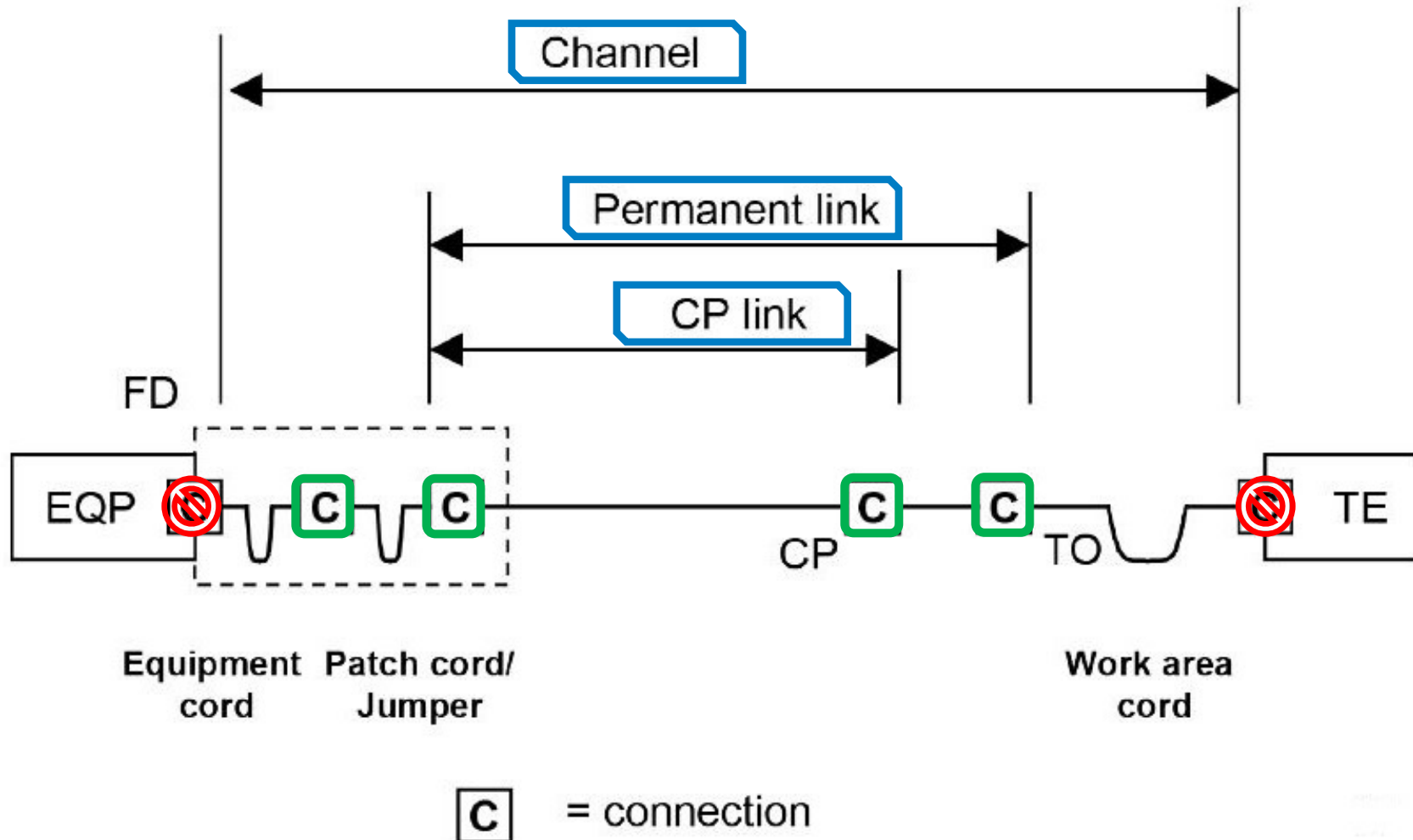




# Principali regole di progettazione



# Distribuzione orizzontale secondo ISO/IEC 11801



Channel: MAX 100 metri

Permanent Link: MAX 90 metri

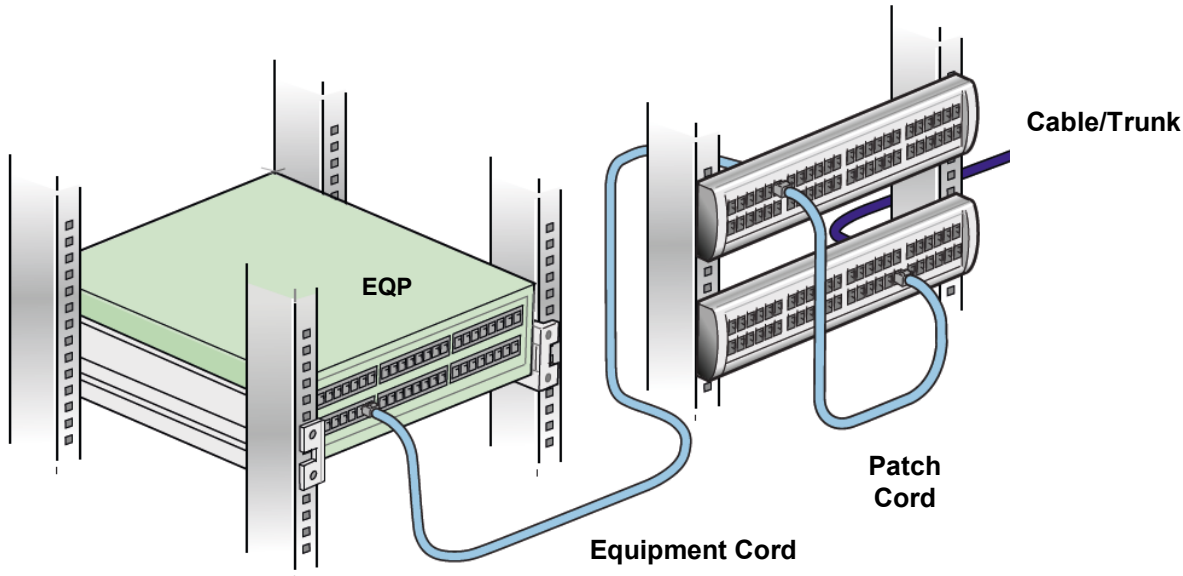
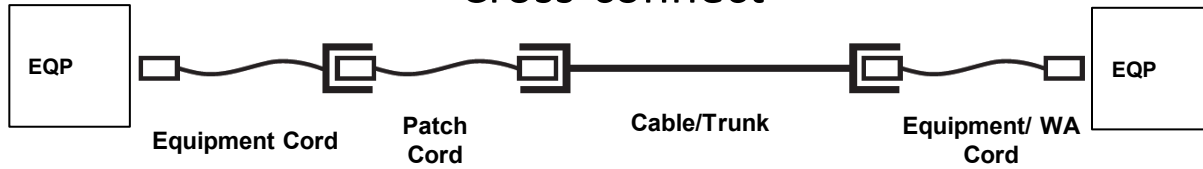
CP Link: MIN 15 metri

Connessioni: fino a 4

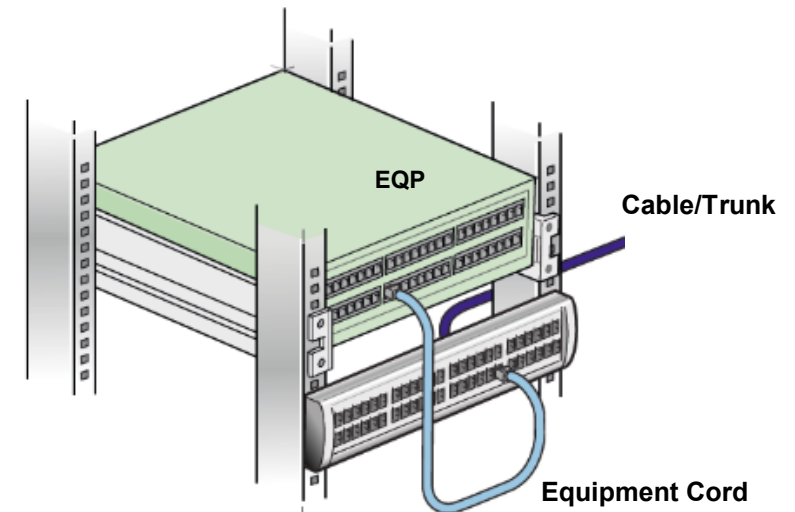
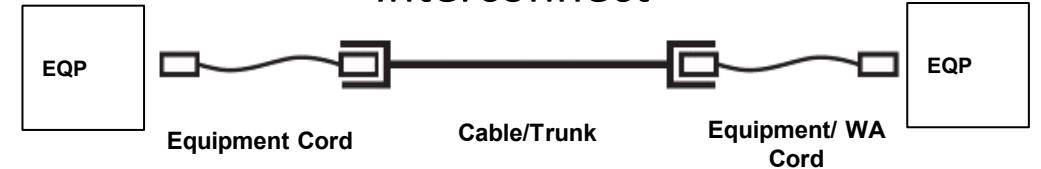
Bretelle: MAX 10 metri (2+3+5)

# Topologia di cablaggio: cross-connect vs interconnect

Cross-connect



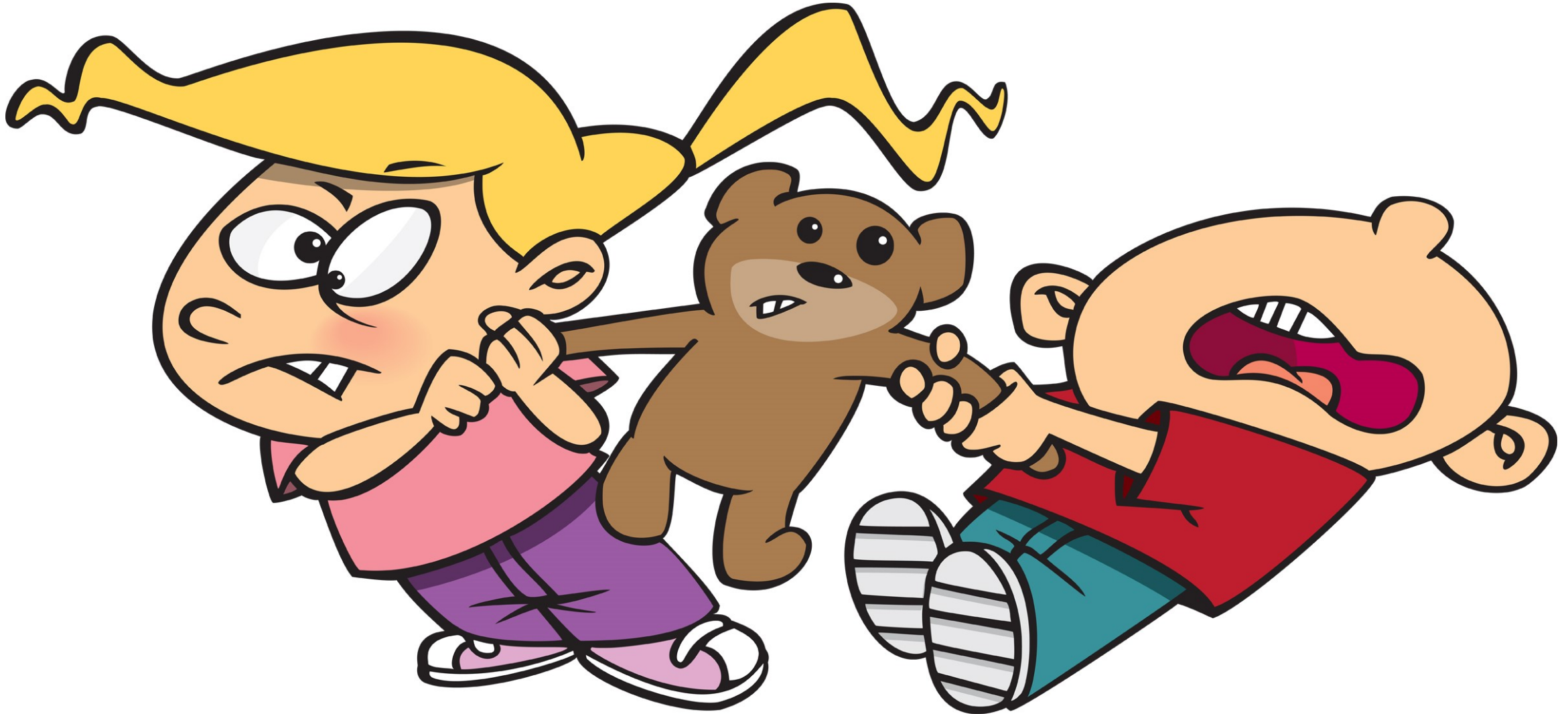
Interconnect



- |  |   |
|--|---|
| Costo iniziale più elevato               | Costo iniziale inferiore                      |
| Più spazio richiesto                     | Meno spazio richiesto                         |
| Mirroring con le porte degli switch      | Connessioni dirette con le porte degli switch |
| Amministrazione possibile attraverso AIM | Amministrazione alle porte dello switch       |
| Accesso raro agli apparati               | Accesso frequente agli apparati               |
| Massima flessibilità                     | Flessibilità ridotta                          |



Affidarsi agli standard per chiarirsi... e non litigare



# Ma che cosa è uno standard?

## Uno standard contiene:

- Raccomandazioni
  - Requisiti minimi
  - Descrive le "best practice"
- Uno standard NON:
    - Indica come non fare le cose
    - Suggerisce l'uso di prodotti specifici
    - Da eventuali garanzie anche se seguiti al 100%



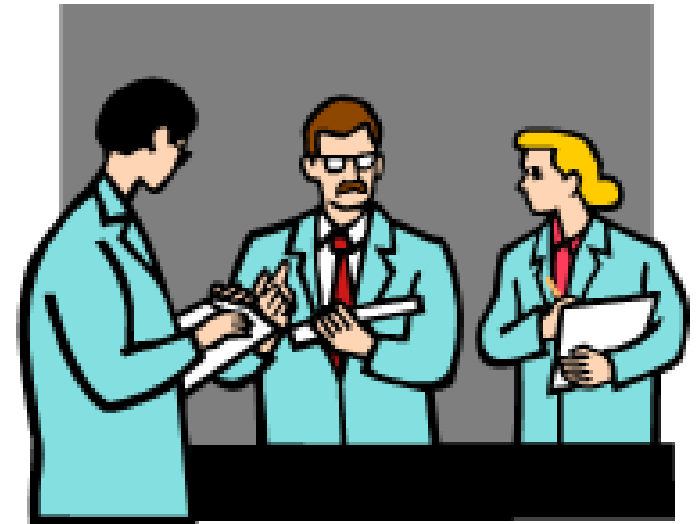
This shall be achieved by one of the following:

- 1) a channel design and implementation ensuring that the prescribed channel performance of Clause 5 is met;
- 2) attachment of appropriate components to a permanent link or CP link design meeting the prescribed performance class of Annex A. Channel performance shall be ensured where a channel is created by adding more than one cord to either end of a link meeting the requirements of Annex A;
- 3) for E<sub>1</sub> environments, using the reference implementations of Clause 6 and compatible cabling components conforming to the requirements of Clauses 7, 8 and 9 based upon a statistical approach of performance modelling.

# Standard, chi li “fa”

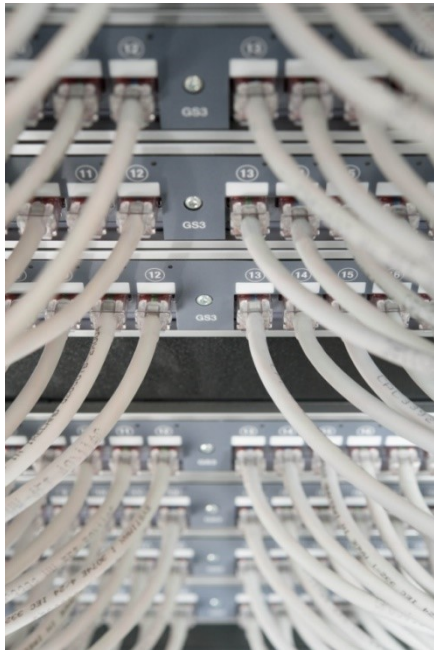


- ISO/IEC JTC1 SC25 WG3, writes International Design and Installation Standards
- CENELEC TC215 WG1, writes European Design Standards
- CENELEC TC215 WG2, writes European Installation Standards
- CENELEC TC215 WG3, writes European Datacenter Standards
- National Standard groups, writes National Standards
- TIA, writes American Standards
- IEEE, writes Ethernet Standards
- FCIA, writes Fibre Channel Standards





# Standard europei



## Cabling Design Standards

EN 50173-1, General  
EN 50173-2, Office  
EN 50173-3, Industrial  
EN 50173-4, Homes  
EN 50173-5, Data Centres  
EN 50173-6, Building services

## Cabling Installation Standards








EN 50174-1, Specification  
EN 50174-2, Installation  
EN 50174-3, Outdoor  
EN 50310, Bonding

## Data Center Facilities

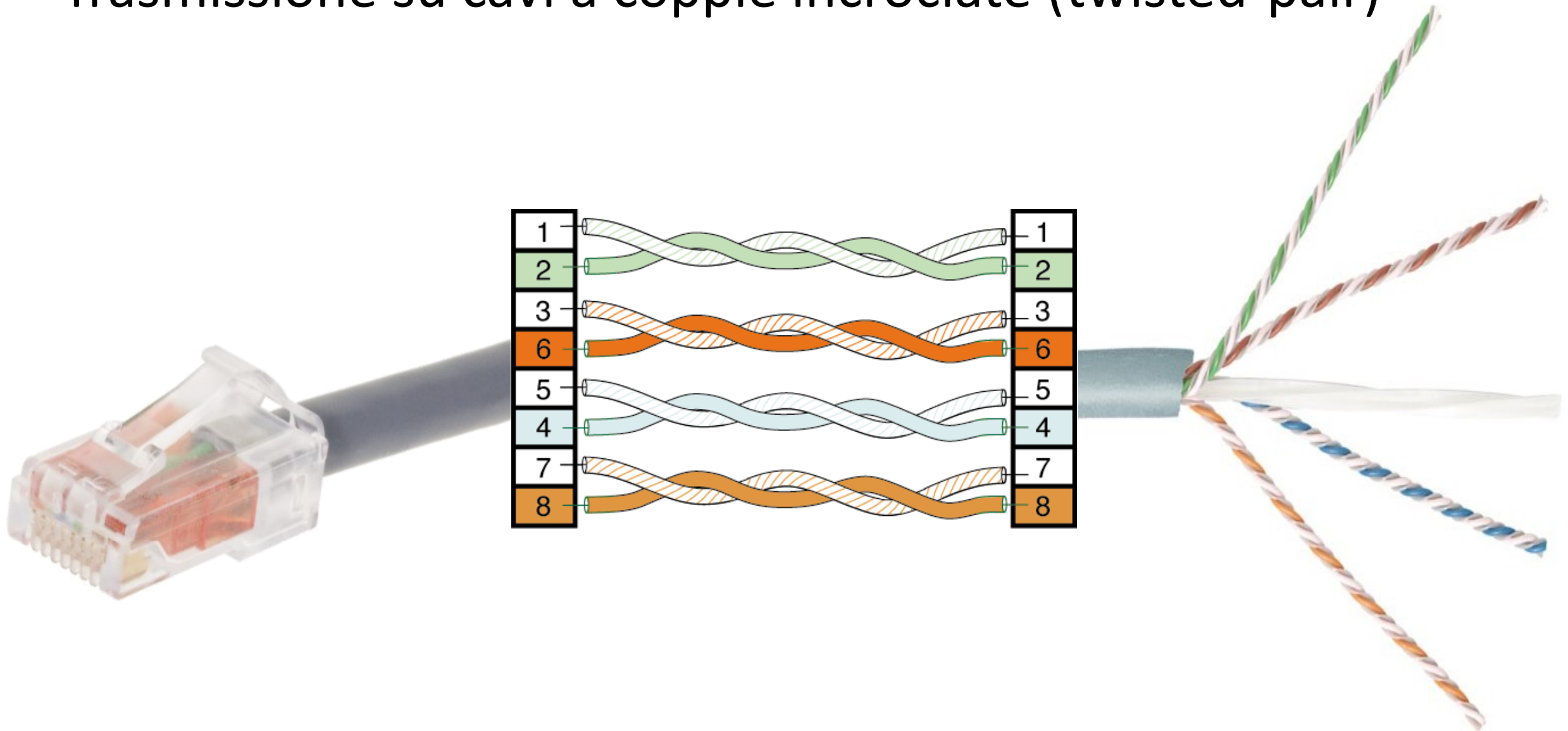
EN 50600-x series  
normative reference and  
assessment of DC design

- -2 minimo Class E/Cat6
- -5 e -6 minimo Class EA/Cat6A
- Classe I e II / Cat8 I e Cat8 II 2 GHz, 30 metri, 2 connessioni
- MPO Backbone
- Power over Ethernet fino a 90W
- OM5 Wide Band Multi Mode Fiber
- ISO/IEC 18598 e EN 50667, AIM  
Automated Infrastructure Management
- Massimo 24 cavi per fascio

# Categoria e Classi

Categoria [componenti]	Classe [sistema]	Frequenze - specifiche	Applicazioni	Tipologia costruttiva	Note	Posso usarlo?
5	D (1995)	100 MHz	100 MbE	UTP / schermato	Obsoleto	
5e	D (2002)	100 MHz	1 GbE	UTP / schermato	Non raccomandato	
6	E	250 MHz	1 GbE	UTP / schermato	Applicazioni fino 1 GbE	
6A	EA	500 MHz	10 GbE	UTP / schermato	OK! App. fino 10 GbE	
7	F	600 MHz	10 GbE	Schermato	Connettore NON- RJ45	
7A	FA	1000 MHz	10 GbE	Schermato	Connettore NON- RJ45	
8	I / II	2000 MHz	40 GbE	Schermato	No sviluppo interfacce	

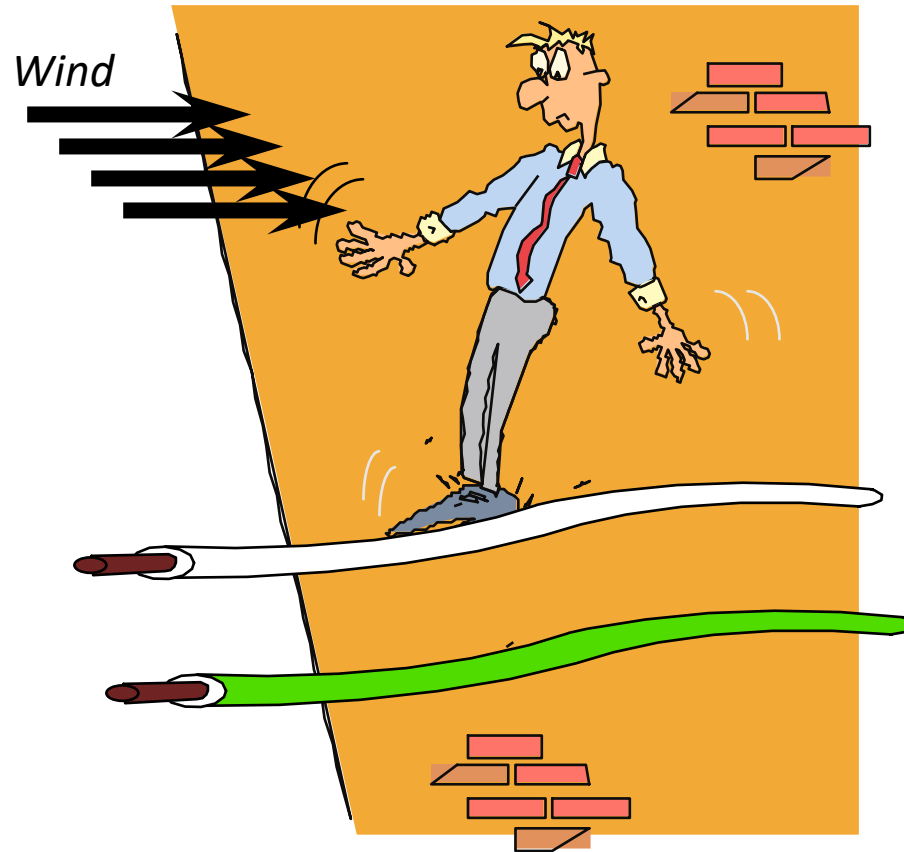
# Trasmissione su cavi a coppie incrociate (twisted-pair)



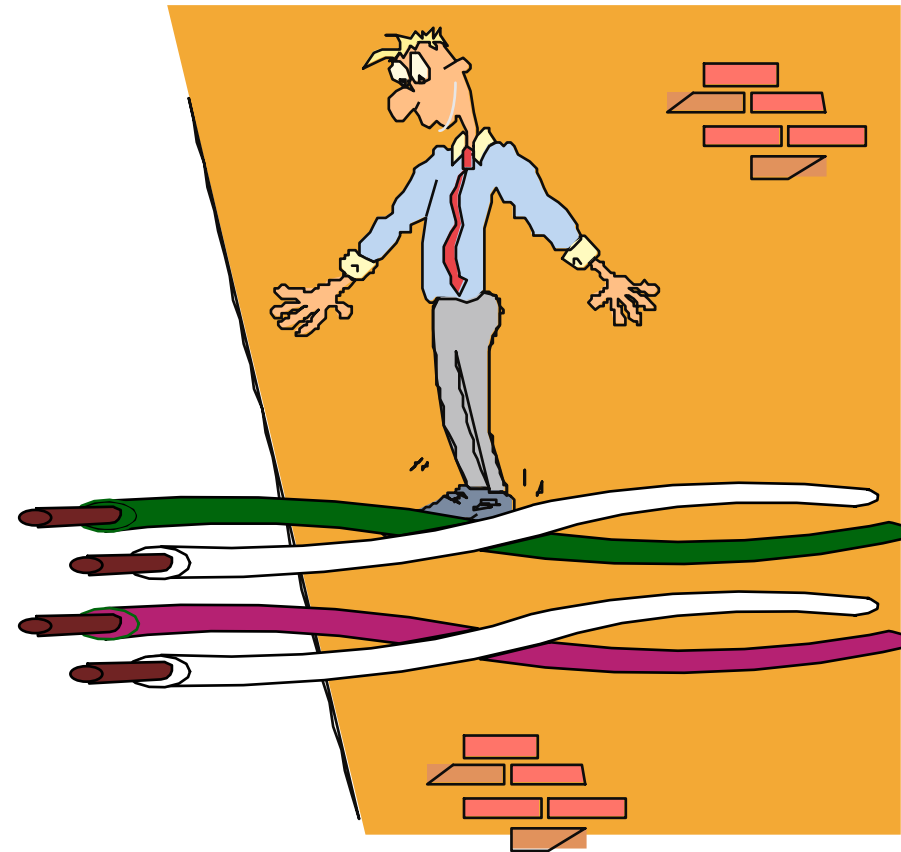


# Importanza della geometria del cavo a 'coppie' incrociate: trasmissione bilanciata

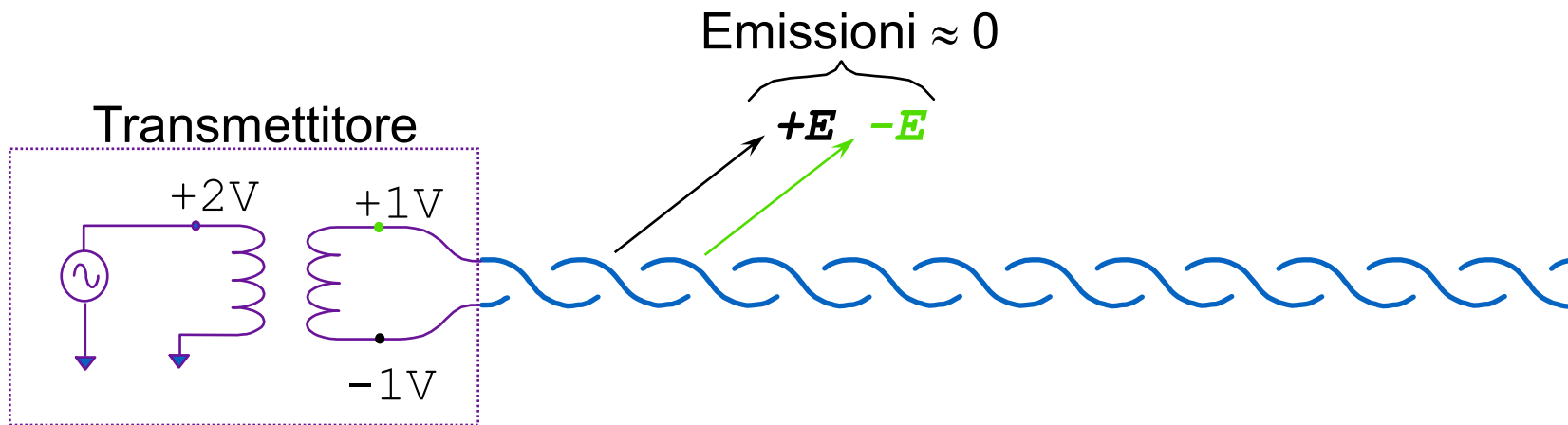
NON-Bilanciato  
trasmissione su un solo conduttore



Bilanciato  
trasmissione su coppia di conduttori



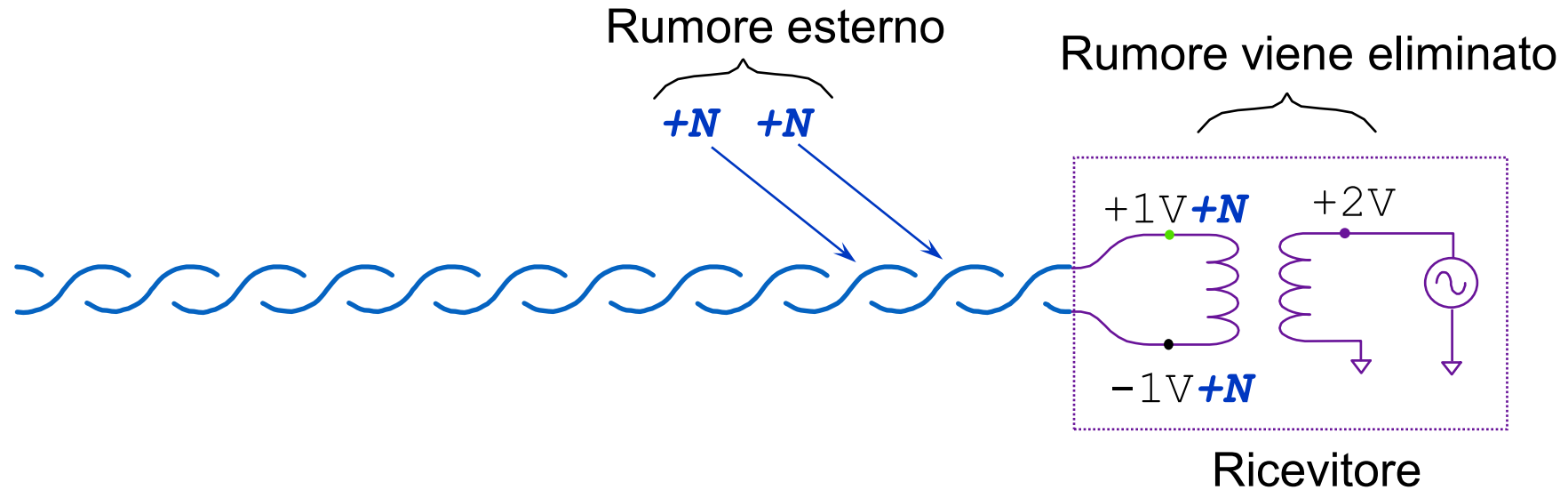
# Trasmissione di tipo bilanciata



Due conduttori portano un segnale con tensioni opposte:

- La loro somma di segnali è idealmente uguale a zero e quindi non c'è emissione di rumore
- La differenza tra i due segnali su ciascun conduttore contiene tutti i dati.

# Ricezione in modalità bilanciata

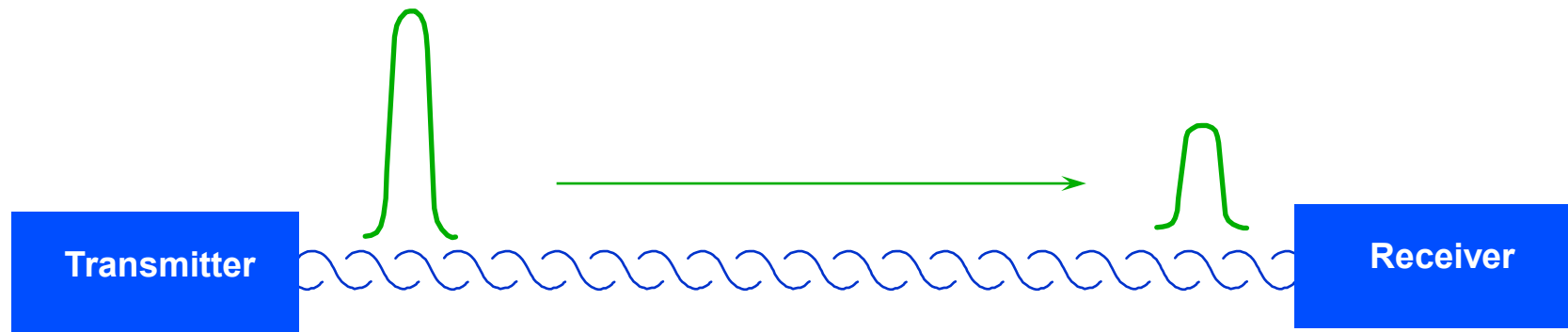


Due conduttori insieme forniscono il segnale (dati più rumore):

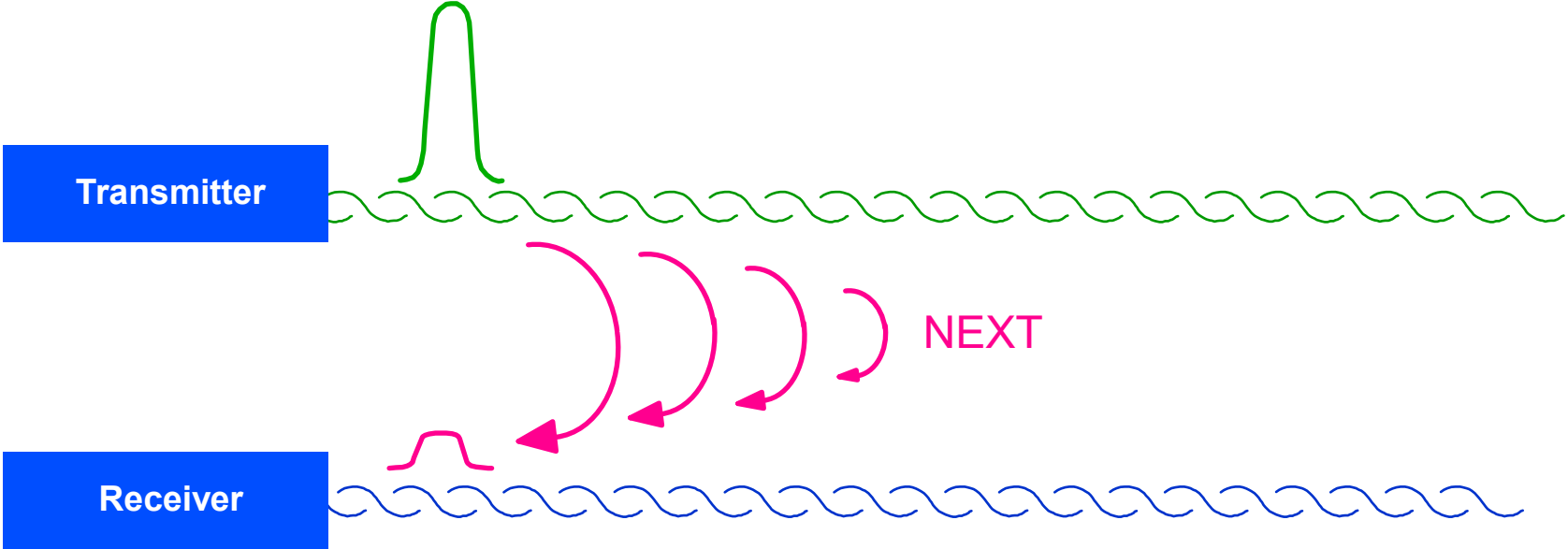
-Solo la differenza è ricevuta!

-L'interferenza esterna è idealmente la stessa su entrambe le guide, quindi viene ricevuto solo il segnale.

# Attenuazione

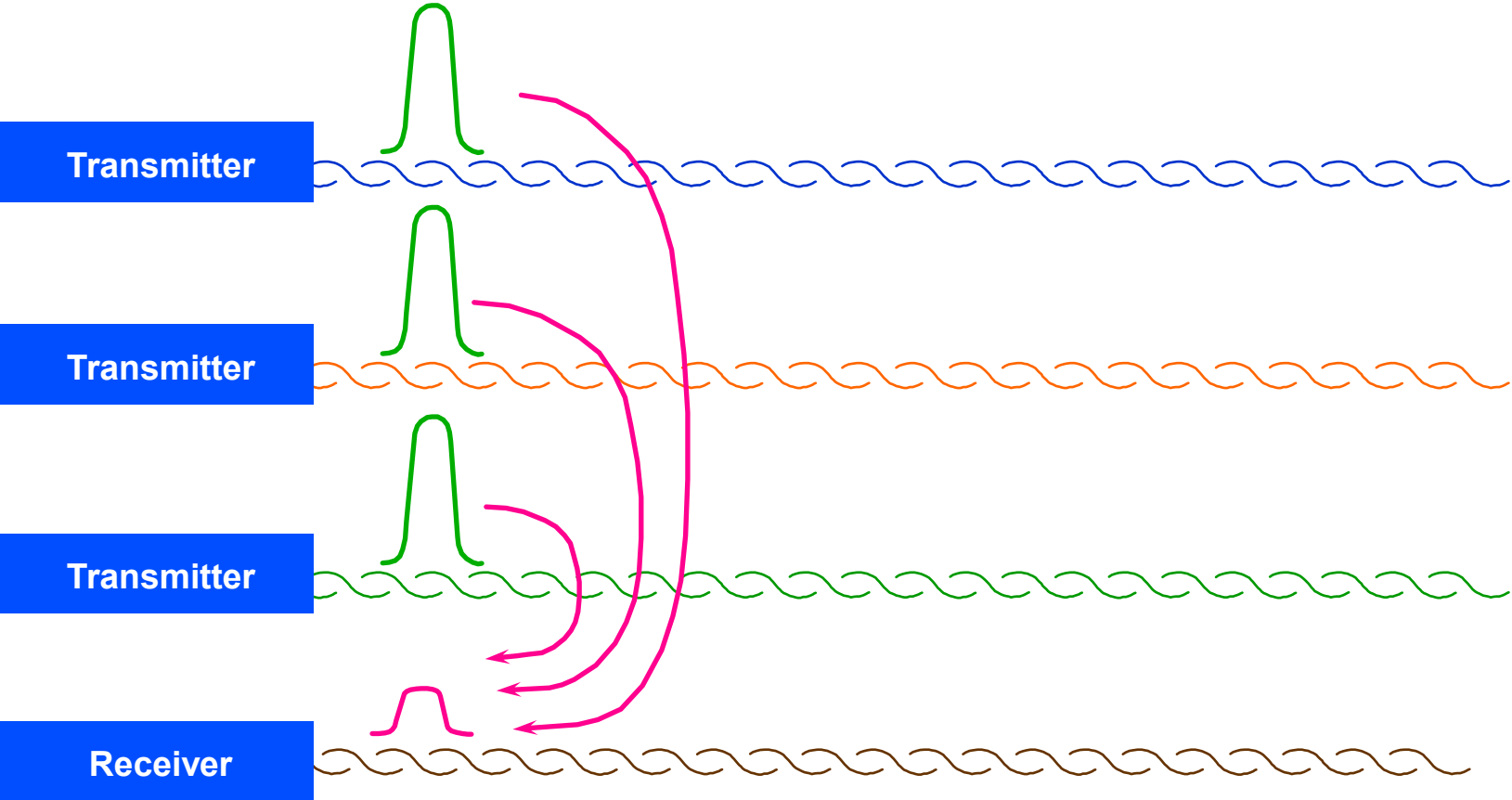


# Near-End Crosstalk (NEXT)

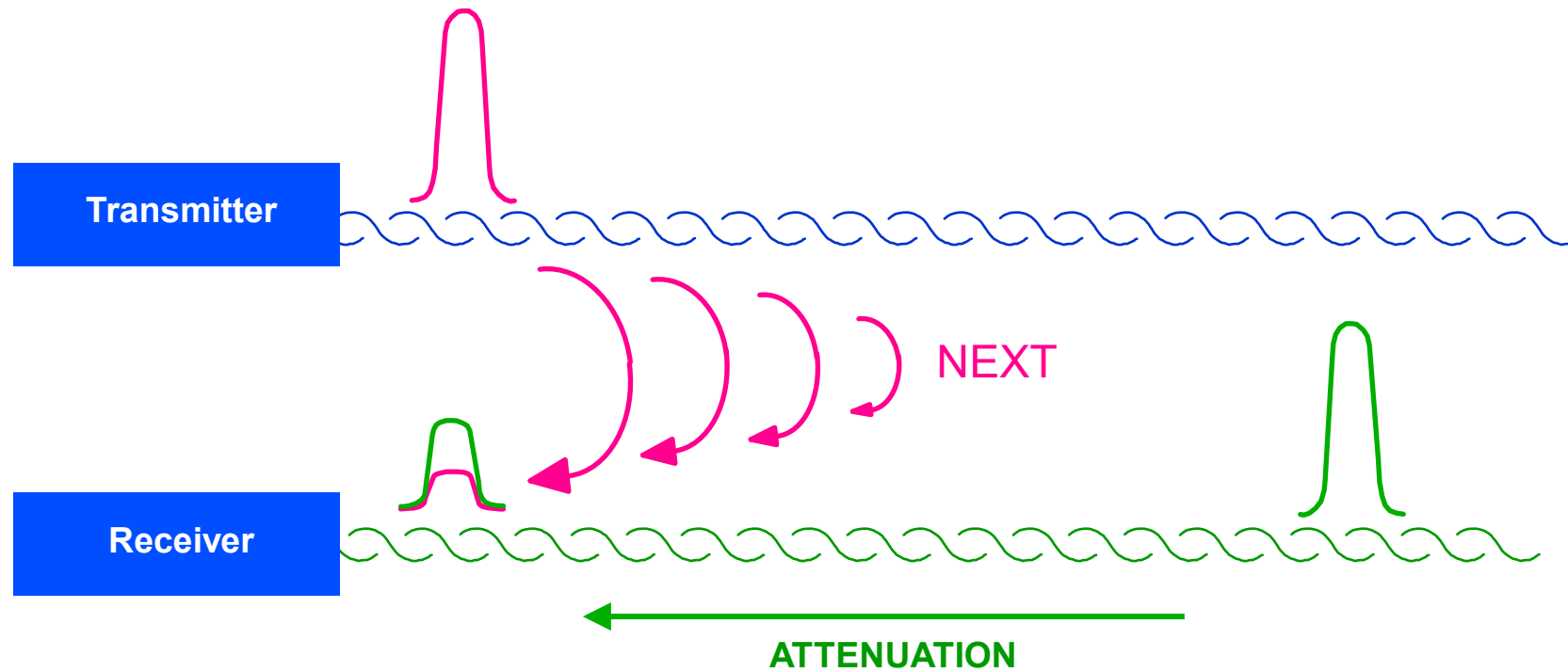




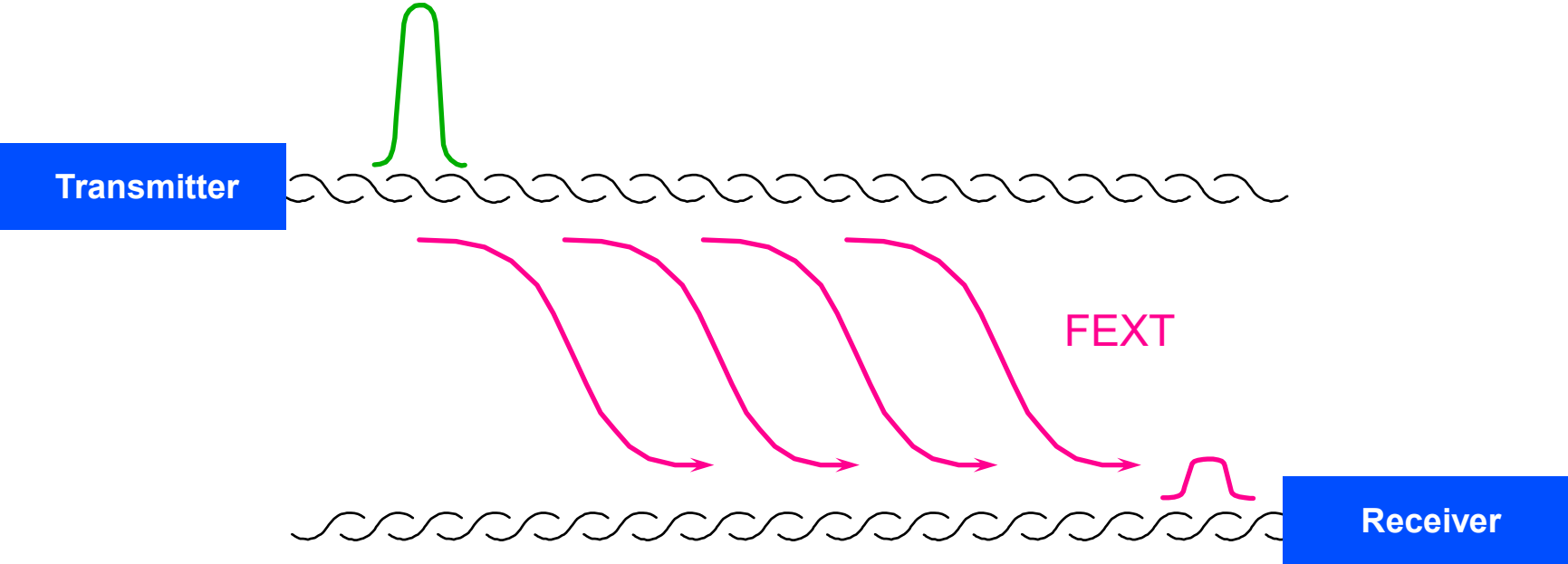
# Power Sum Near-End Crosstalk (PSNEXT)



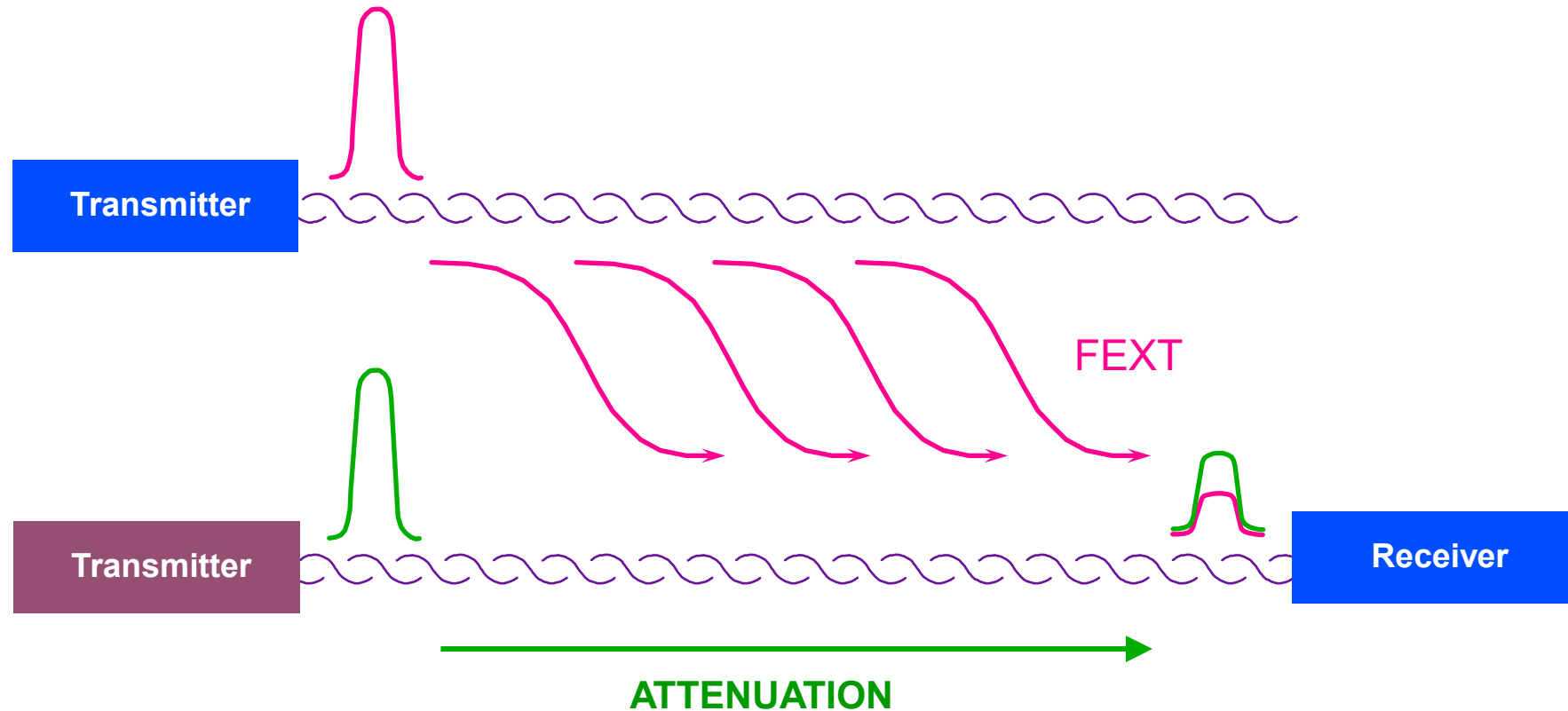
# Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR)



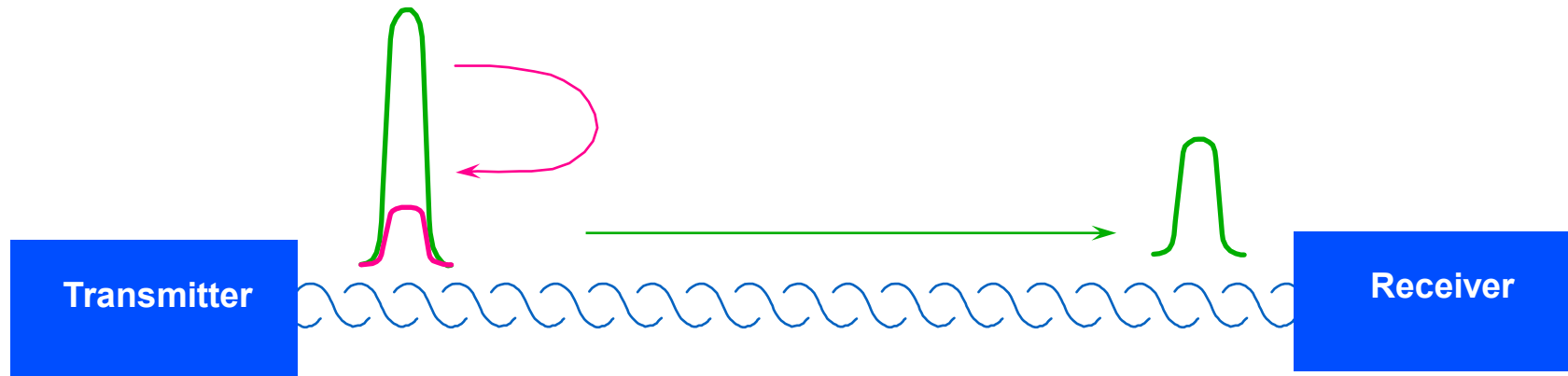
# Far-End Crosstalk (FEXT)



# Equal Level Far-End Crosstalk (ELFEXT)

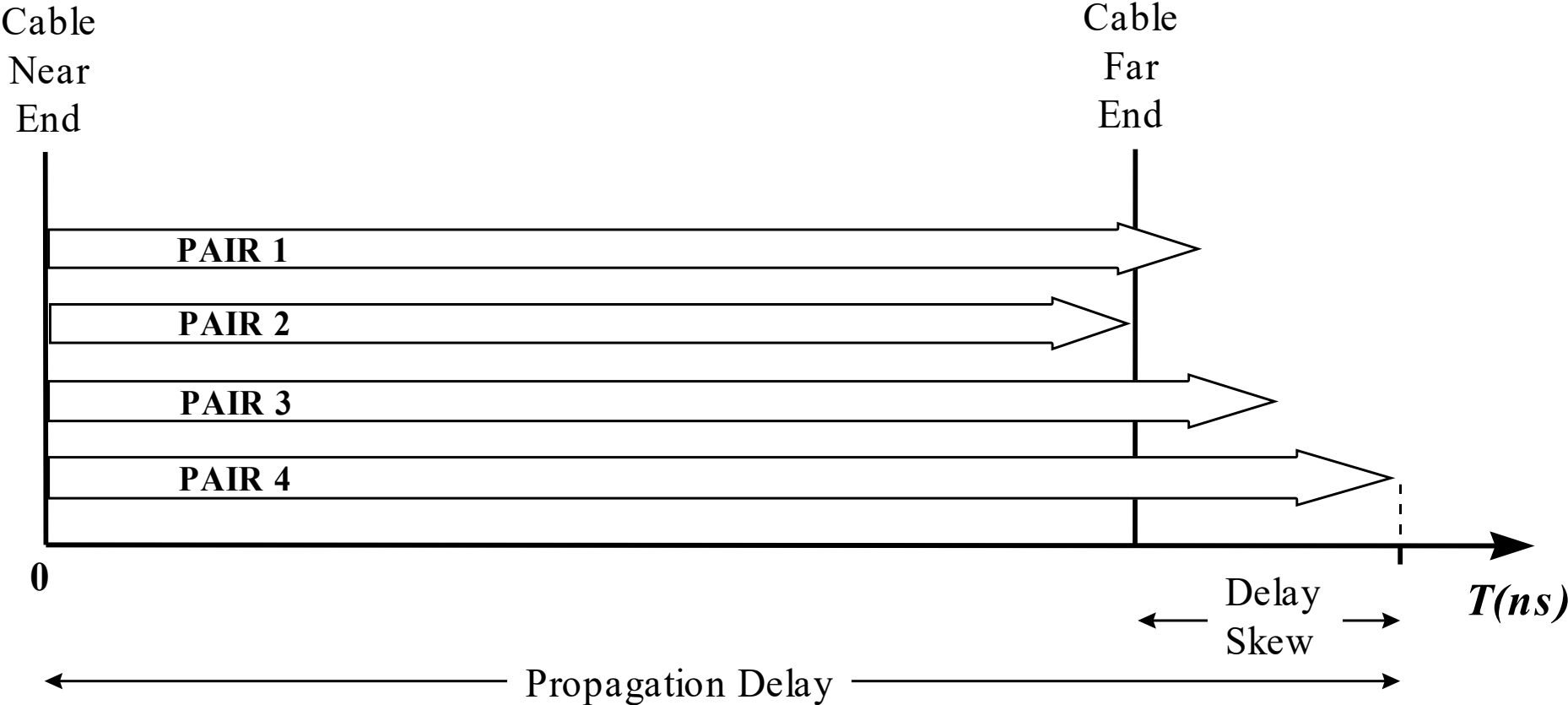


# Return Loss (RL)

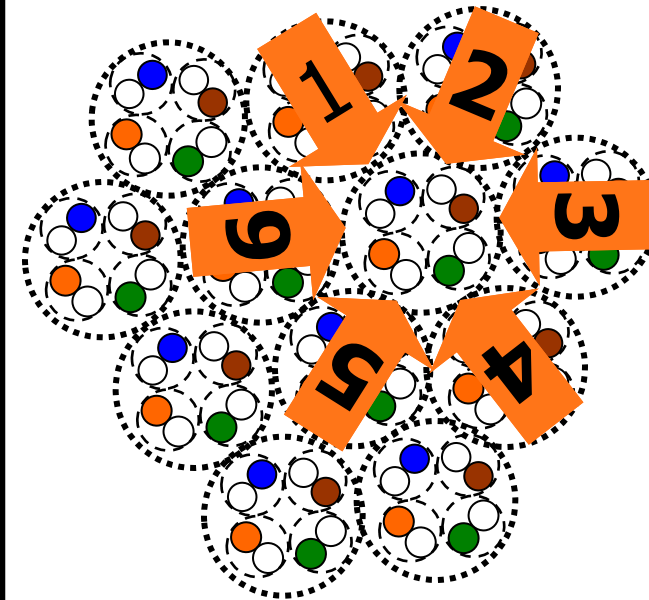
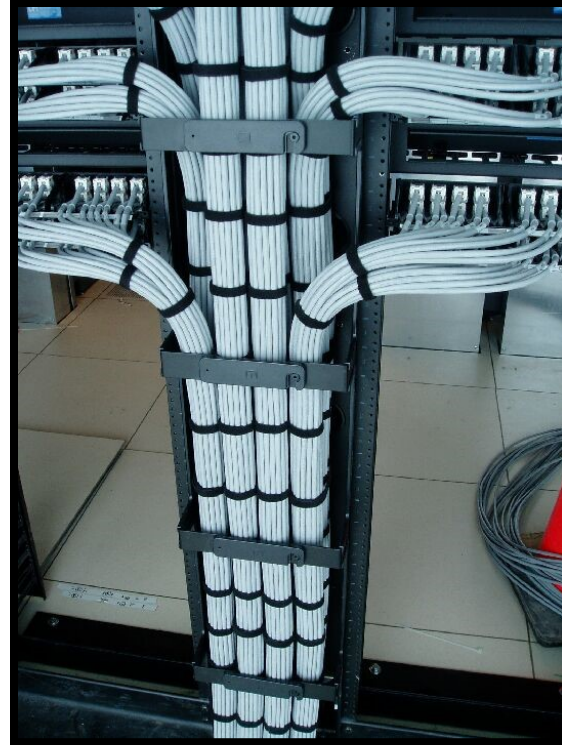
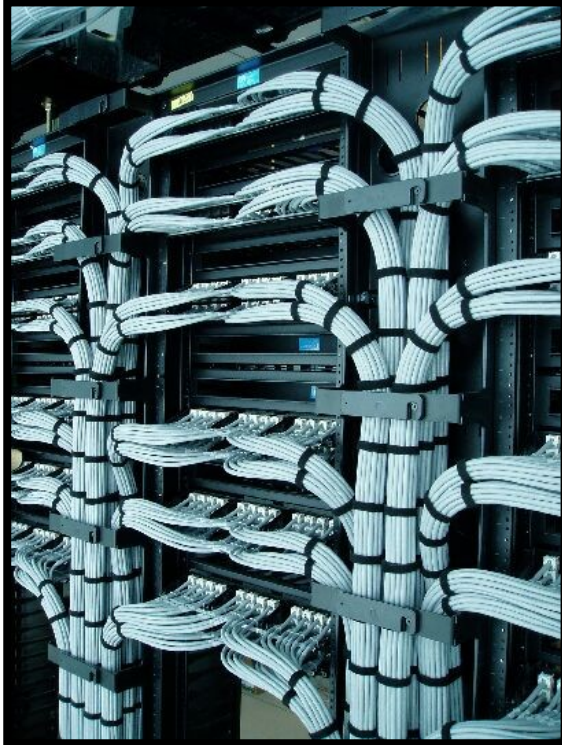




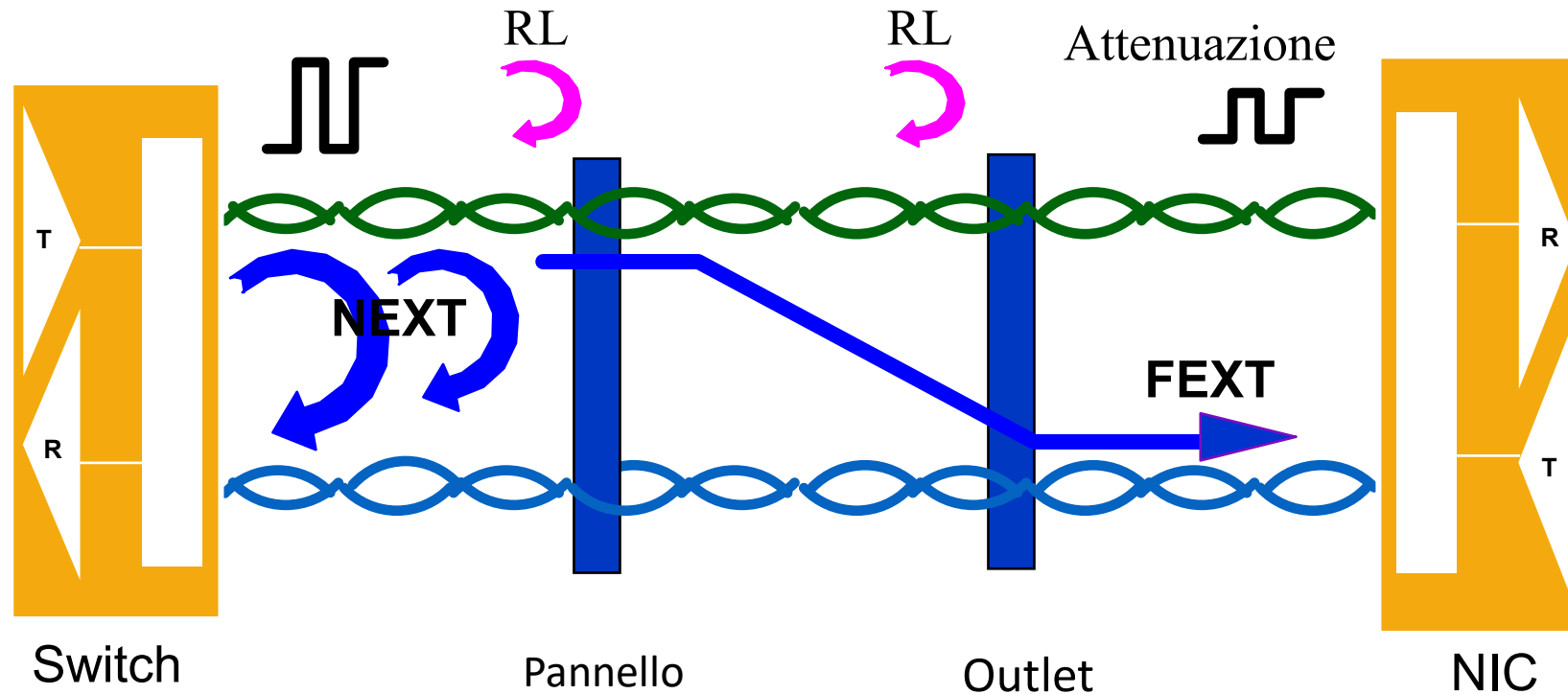
# Propagation Delay e Delay Skew



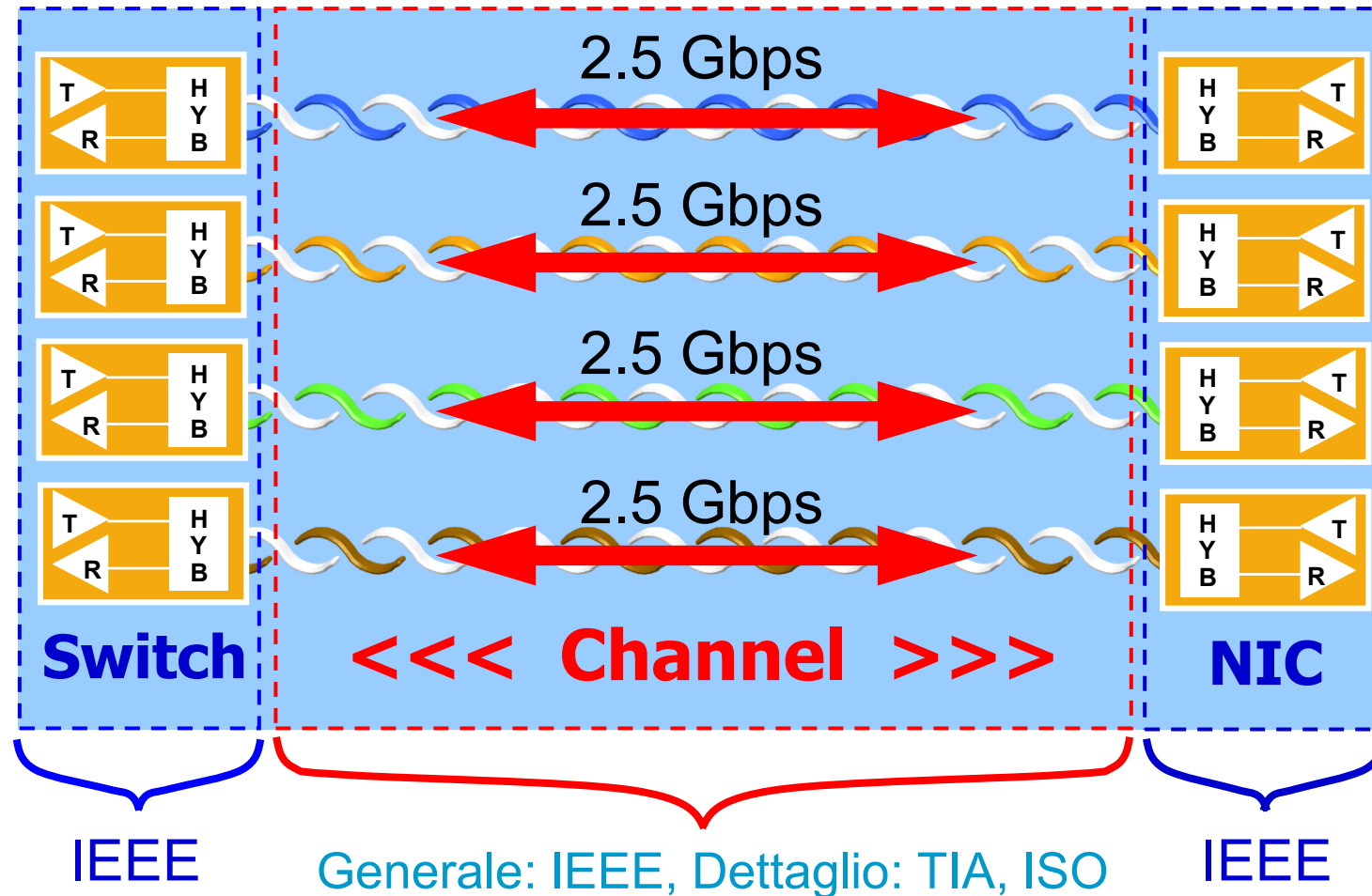
# Alien Crosstalk (ANEXT, PSANEXT, AELFEXT, PSAELFEXT)



# Perché tutti questi parametri (e non solo) sono importanti?

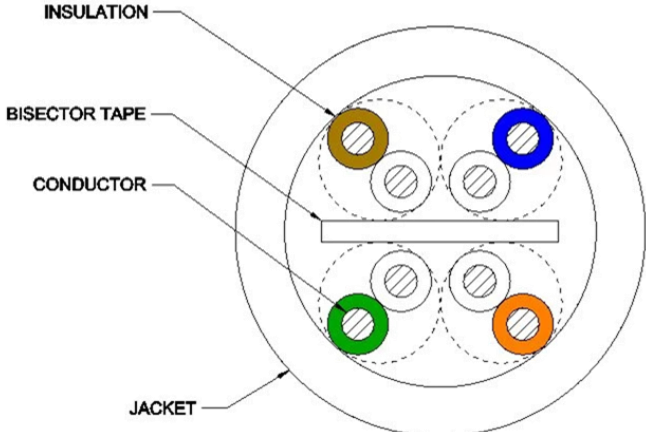
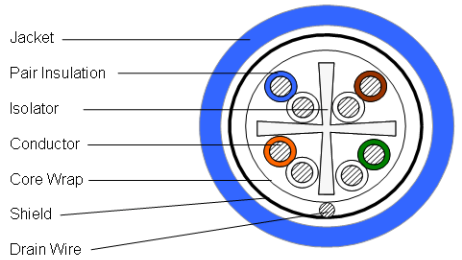
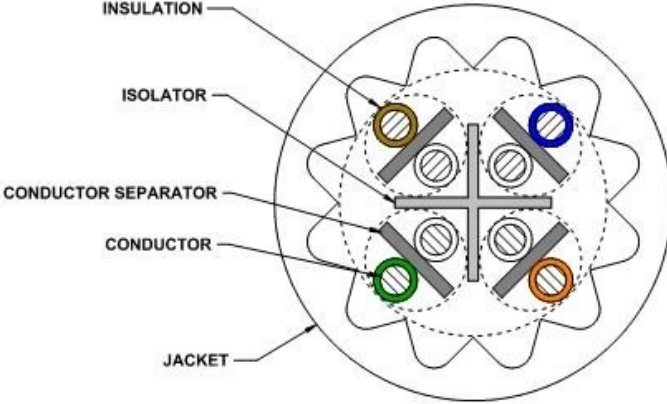
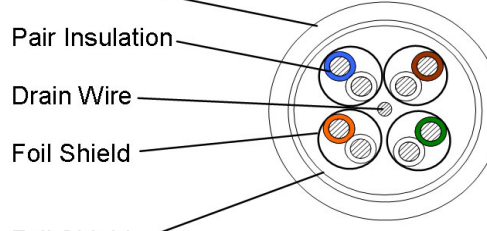
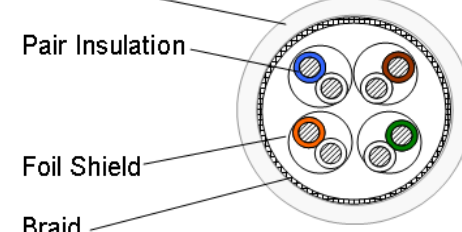


# Esempio: implementazione 10GBASE-T



**Codice a più livelli – Bassa tolleranza al rumore**  
**2.5Gbps/6.25 bits/Hz → 400MHz BW → 500MHz**

# Tipologia sistema/cavo: NON-schermato e schermato

Unshielded (UTP)	Shielded
<p style="text-align: center;">Categoria 5e, 6, 6A</p> 	<p style="text-align: center;">F/UTP Foglio Esterno No foglio coppie interne Categoria 6 &amp; 6A</p> 
	<p style="text-align: center;">F/FTP Foglio Esterno Foglio coppie interne Categoria 6A</p> 
	<p style="text-align: center;">S/FTP Schermo intrecciato esterno Foglio coppie interne Categoria 7 &amp; 7A</p> 



# NON-schermato o schermato: cosa indicano gli standard

Classificazione degli ambienti (MICE: *Mechanical, Ingress, Climatic, Chemical and Electromagnetic*):

- M1 I1 C1 E1 definisce il tipico ambiente d'ufficio così come presupposto da ISO/IEC 11801;
- M2 I2 C2 E2 definisce l'ambiente industriale produttivo ordinario;
- M3 I3 C3 E3 definisce condizioni ambientali difficili, come ad esempio nelle industrie "pesanti".

E1 > uffici in cui il campo elettrico è fino a 3 V/m

E2 > ambiente industriale leggero, campo elettrico è fino a 3 V/m

E3 > ambiente industriale pesante, campo elettrico è fino a 10 V/m.

Solo nell'ambiente con interferenze elettromagnetiche di livello E3 è necessario l'uso di cavi schermati: UTP supporta disturbi fino a 3 V/m.

# Criteri di installazione secondo EN 50174-2



## 4.7.1 Requirements

### 4.7.1.1 General

The installation of the cabling shall be in accordance with Clause 5.

Mixing of unshielded and shielded components within a channel can cause transmission performance to be adversely affected and shall only be implemented in accordance with manufacturers or suppliers instructions.

### 4.7.1.2 Screened cabling

The installation of the cabling shall be in accordance with 5.3.6.

The screen shall be continuous from the transmitter to the receiver.

The planning of the installation shall consider the effect that the bonding of the cabling screen to the protective earthing system has on the electromagnetic performance of the screened cabling. Independent of bonding for the purposes of safety:

- a) where the screen is bonded at one end only the screening effectiveness for low frequency electrical fields depends upon the performance of the cable screen;
- b) additional screening effectiveness is provided against high frequency electromagnetic fields if the screen is bonded at both ends.

NOTE The connection of equipment to installed screened cabling which has been bonded at one end only can result in the system becoming connected to the protective earthing systems at both ends.

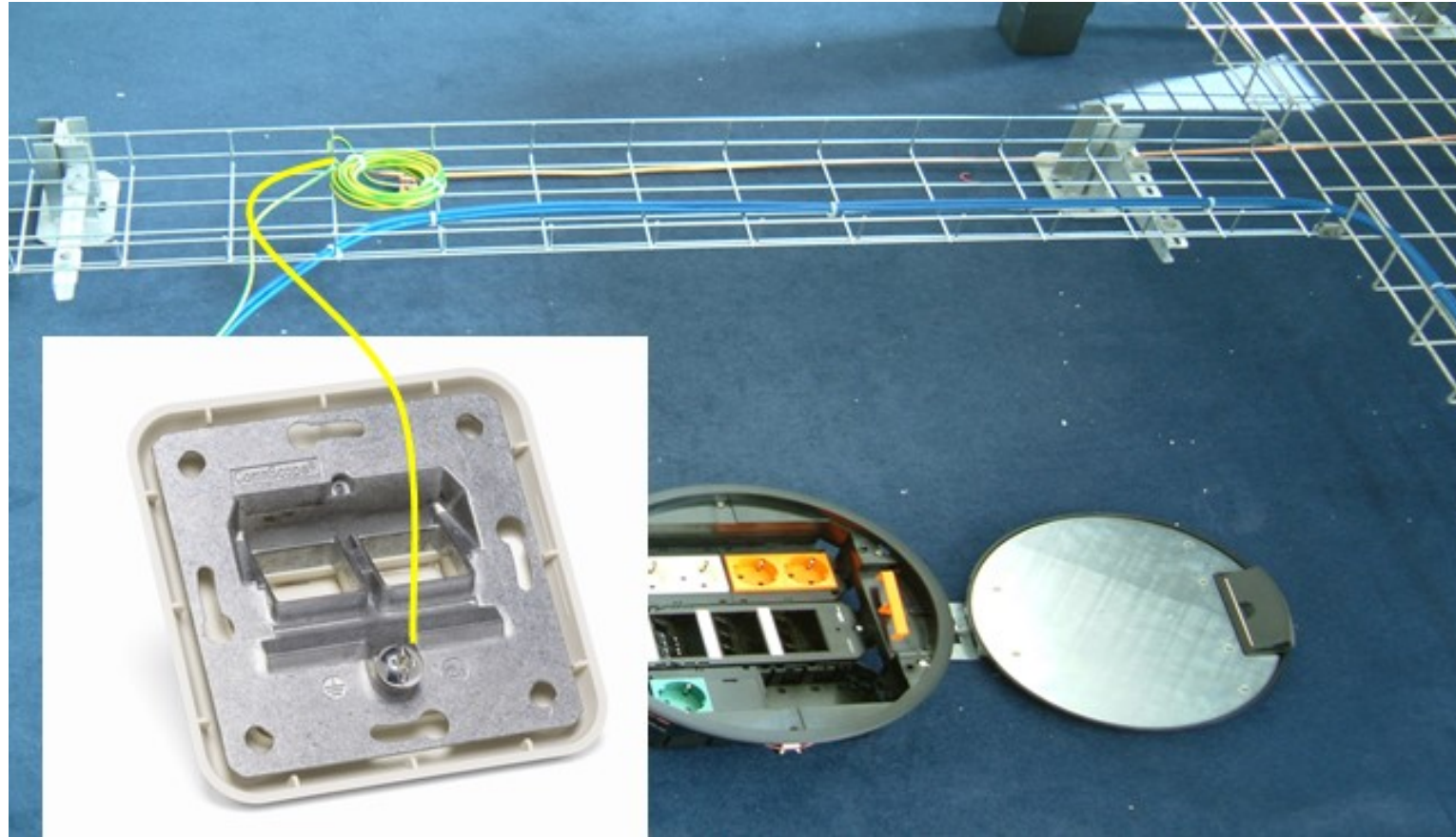
Non 'mischiare' sistemi differenti, UTP e schermato

Garantire continuità dello schermo

Un punto di terra non garantisce funzionamento ottimale


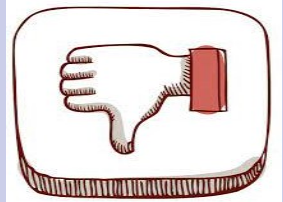

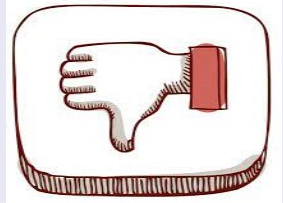
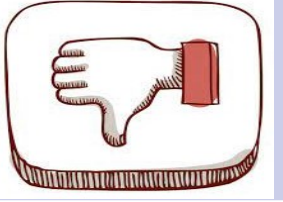

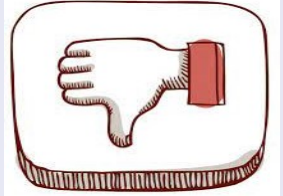

Necessari due punti di terra per sistemi schermati

# Sistema schermato: messa a terra postazione utente



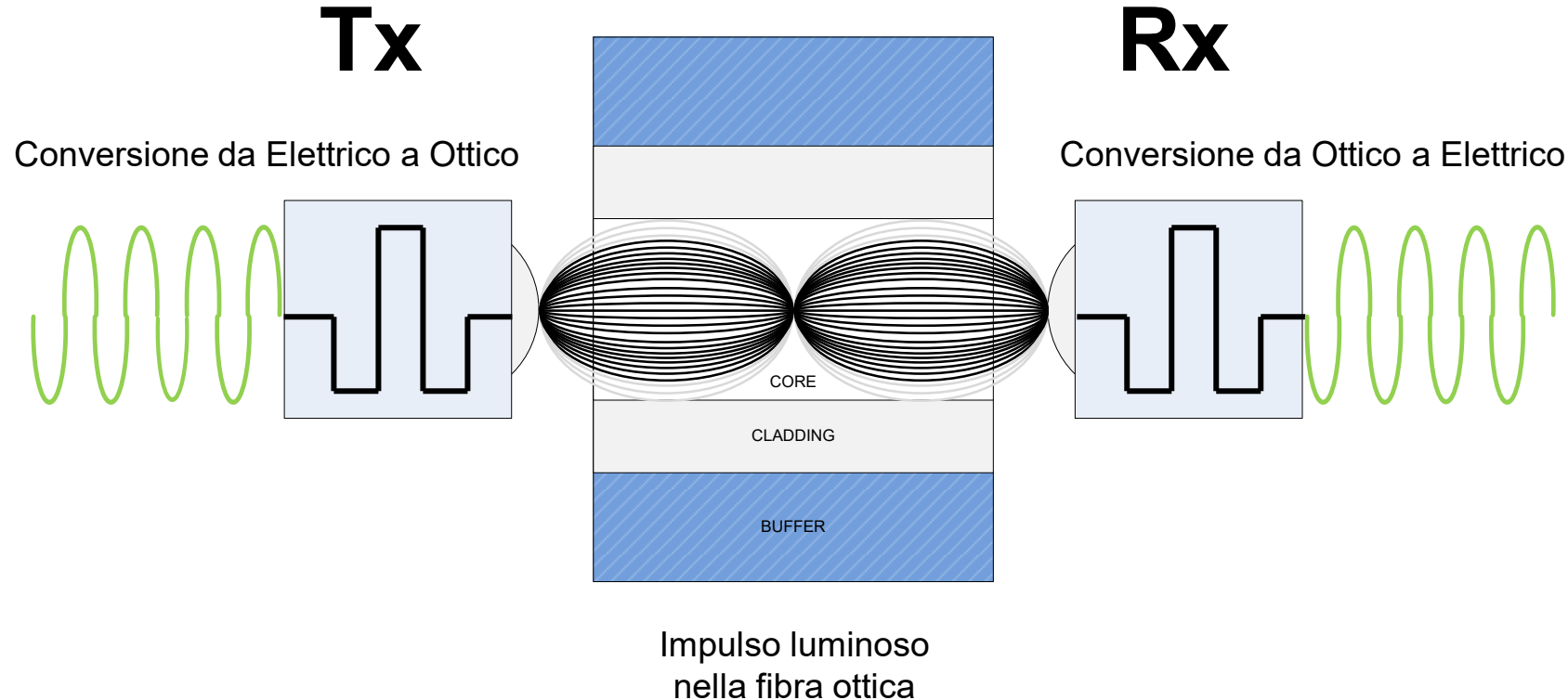
Dove non strettamente necessario o richiesto per particolari ragioni (M3 I3 C3 E3) preferibile utilizzo sistema non schermato (UTP).

# Preferibile usare infrastruttura in rame o fibra ottica?

	RAME	FIBRA OTTICA
Costi interfacce/elettronica		
Facilità installazione		
Distanza		
Larghezza di banda		

# Come funziona la trasmissione ottica

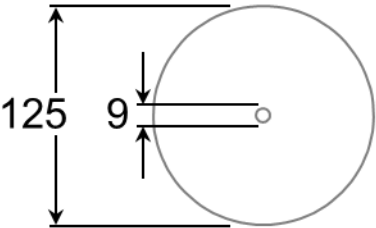
Le forme d'onda elettriche vengono convertite in impulsi ottici che rappresentano il codice binario (uno = luce accesa / zero = luce spenta). Questi impulsi vengono trasmessi attraverso una sottile fibra di vetro e riconvertiti in segnali elettrici all'estremità opposta.





# Diametri tipici di core (nucleo) e cladding (mantello)

Single-mode

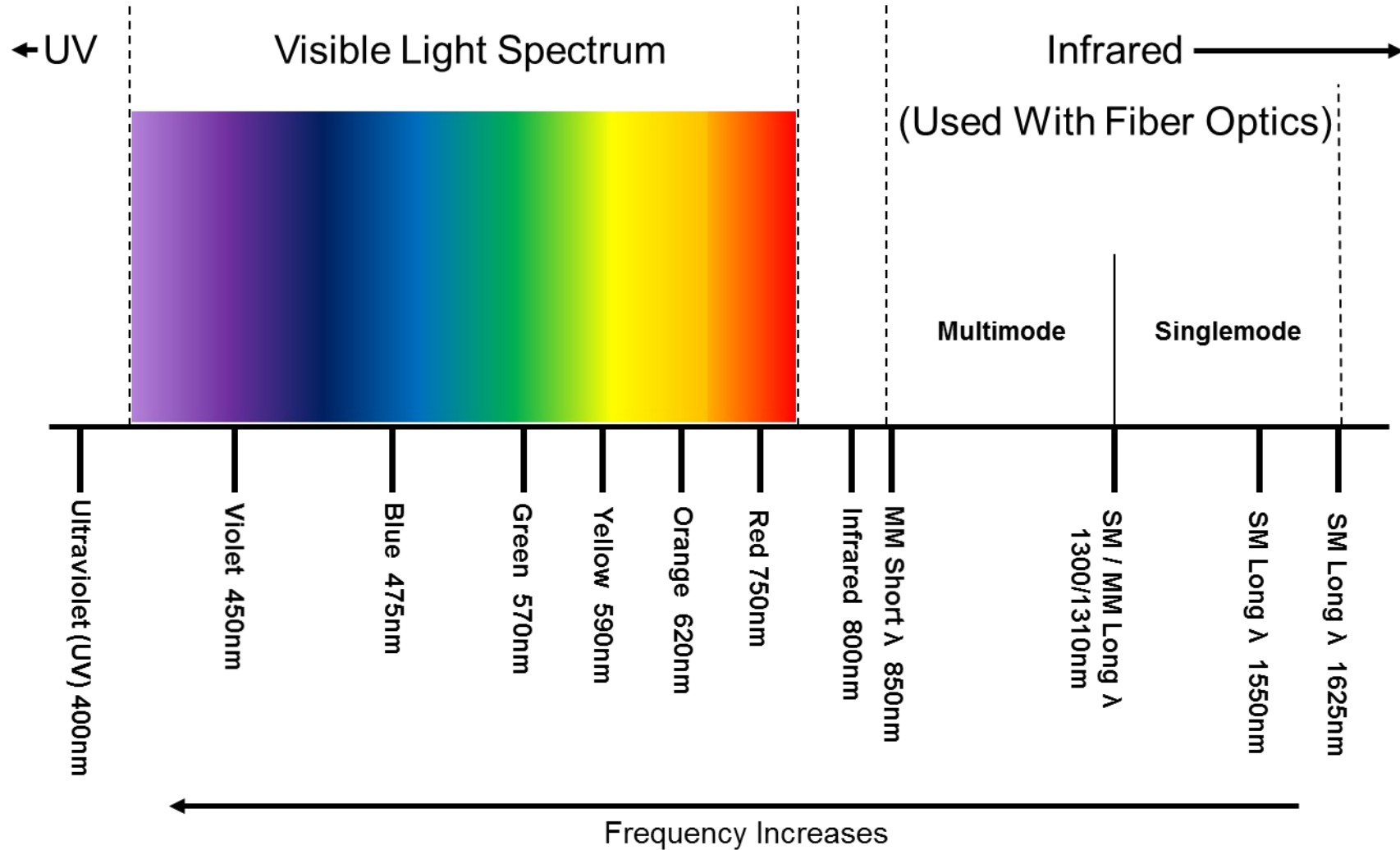


Multimode



$\mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ meter}$

# Spettro di luce



# Principali differenze fra fibre monomodale e multimodale

## • Monomodale

- Core ridotto (8-9 micron)
- Accetta solo un modo/colore di luce
- Use costosi laser
- Vetro meno costoso
- Usata per distanze maggiori
- Ha la maggiore larghezza di banda
- Principali lunghezze d'onda ( $\lambda$ )  
1310nm e 1550nm

## • Multimodale

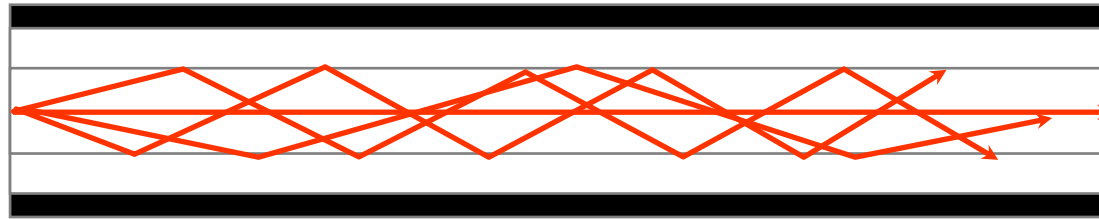
- Core maggiore (62.5 o 50 micron)
- Accetta molti modi/colori di luce
  - 703 modi per 50/125 (850nm)
  - 1.099 modi per 62.5/125 (850nm)
- Può usare meno costosi laser/LED  
(VCSEL) o LED
- Vetro più costoso
- Usata per distanza minori
- Ha minor larghezza di banda che
- Principali lunghezze d'onda ( $\lambda$ )  
850nm e 1300nm

# Tipologie (modi) di fibre ottiche

Impulso in ingresso



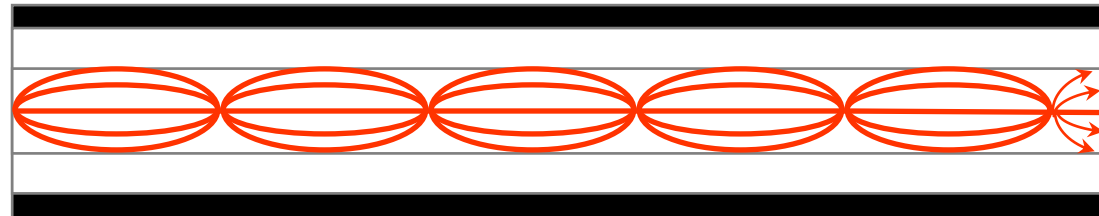
Multimode Step Index



Impulso in uscita



Multimode Graded Index

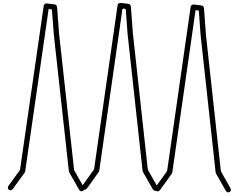


Singlemode Step Index

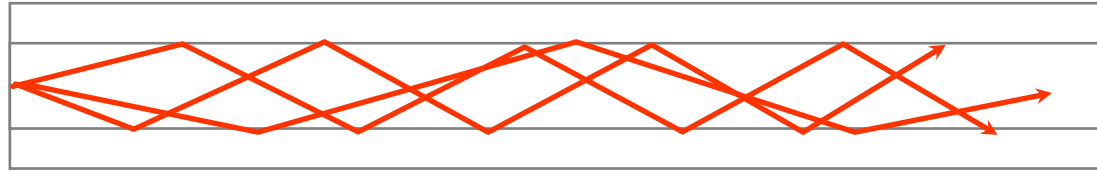


# Perdita intrinseca delle fibre ottiche

Impulso in ingresso



Multimode Step Index



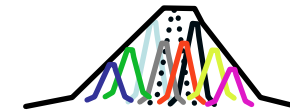
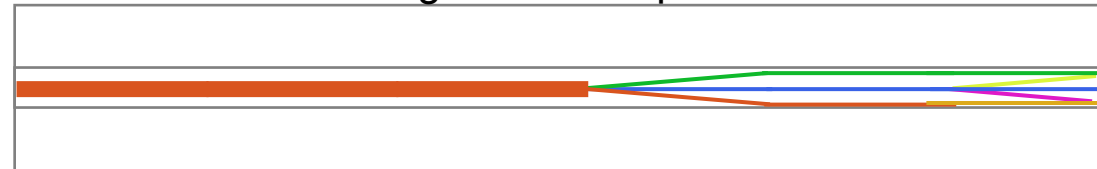
Impulso in uscita



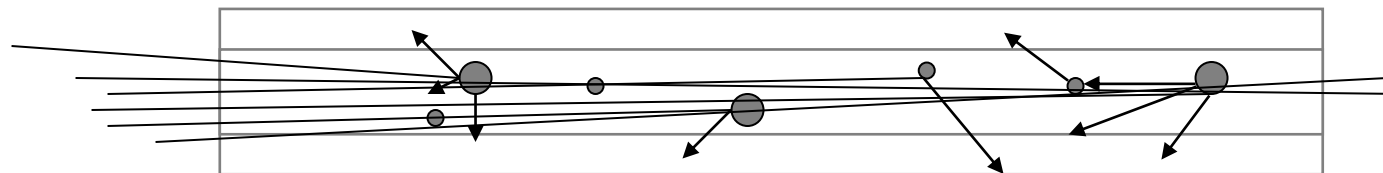
**Dispersion Modale**



Singlemode Step Index

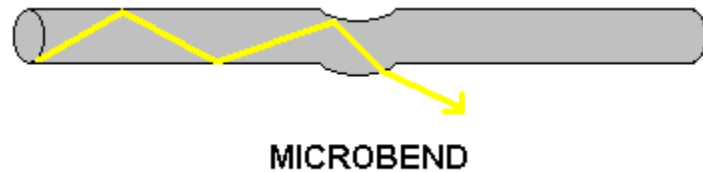


**Dispersion Cromatica**

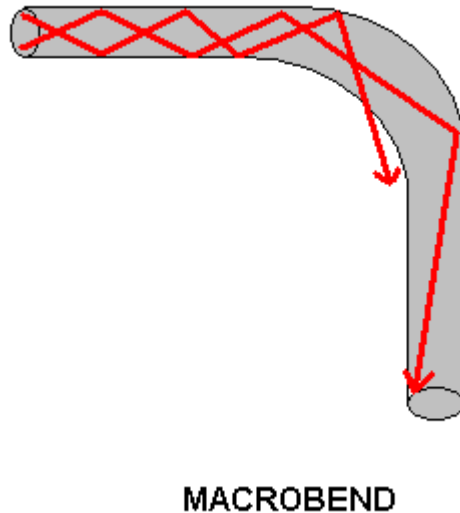


**Rayleigh Scattering**

# Perdita estrinseca: Microbends e Macrobends

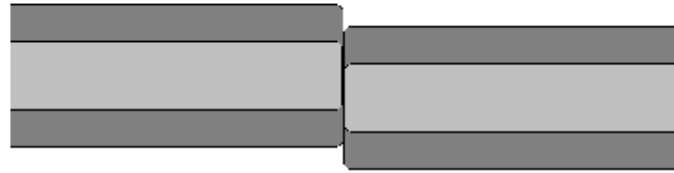


Increspature nel cavo causate da impatto meccanico o stiramento o restringimento del cavo. Le micro curve, sebbene piccole, causeranno molta perdita di luce. Le micro curve di solito non possono essere corrette.

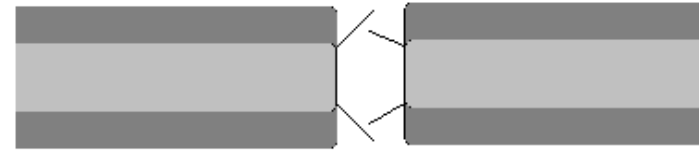


Curvature visivamente evidenti nel cavo che superano il raggio di curvatura minimo. Di solito si verificano nel percorso o appena dietro il connettore. I macrobend possono essere corretti nella maggior parte dei casi.

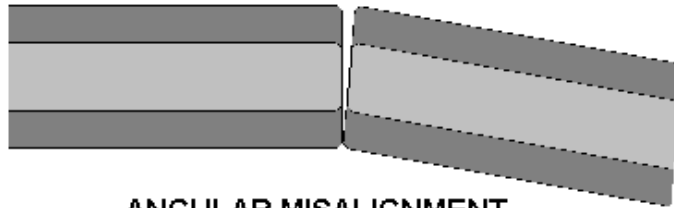
# Altre cause di perdita (giunti, connettori)



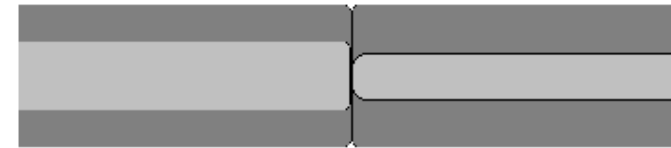
LATERAL MISALIGNMENT



NUMERICAL APERATURE MISMATCH



ANGULAR MISALIGNMENT



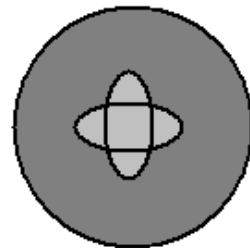
CORE DIAMETER MISMATCH



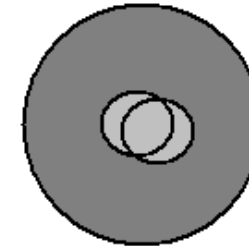
AIR GAP



CLADDING DIAMETER MISMATCH



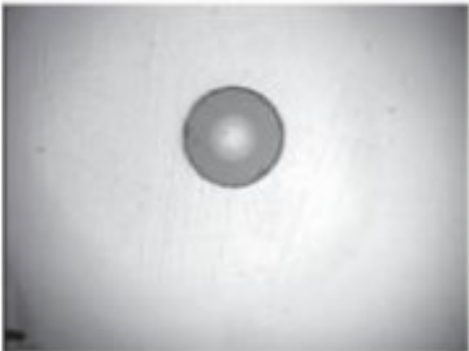
ELLIPTICAL MISMATCH



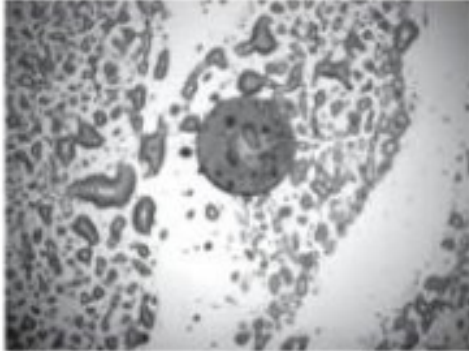
CONCENTRICITY MISMATCH



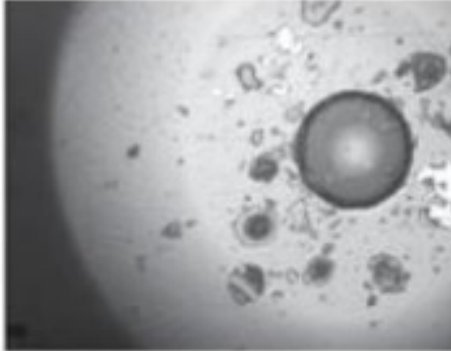
# L'importanza della pulizia dei connettori ottici



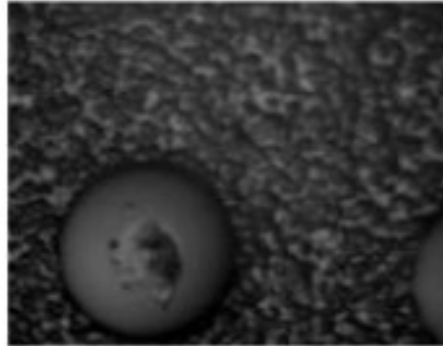
Good and Clean Connector



Fingerprint on Connector



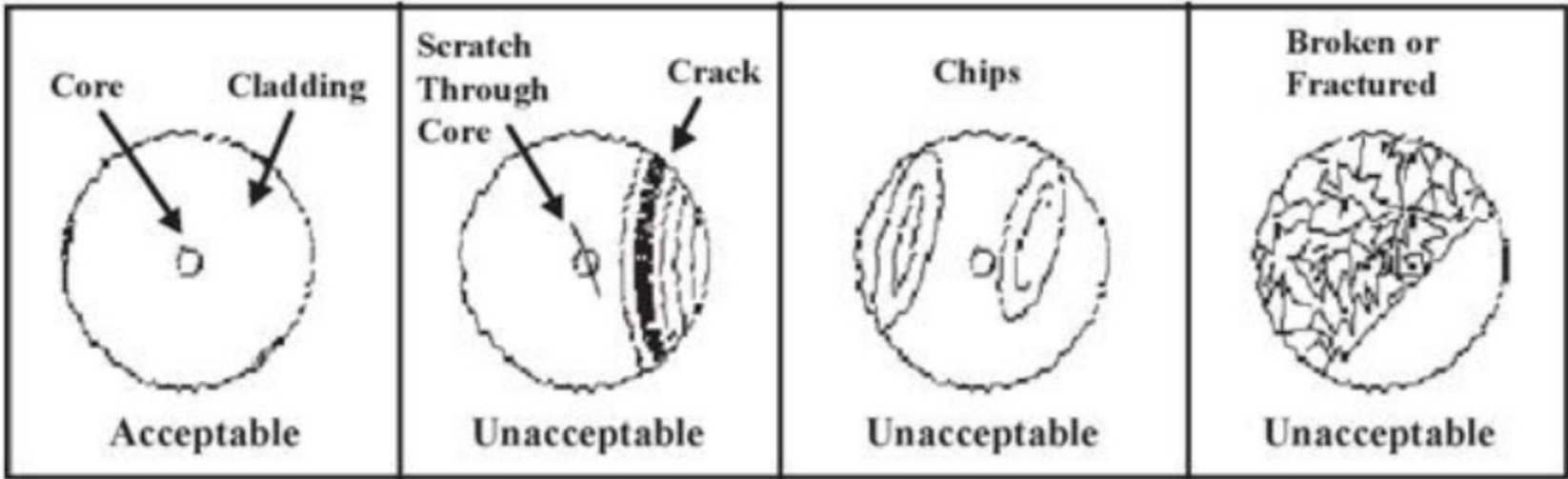
Dirty Connector



One dirty fiber on an MPO

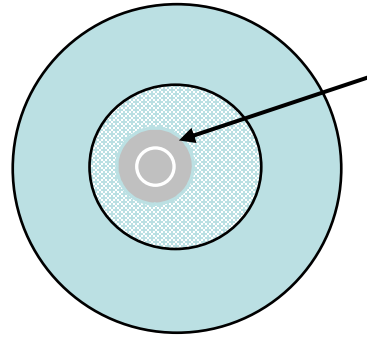


Clean MPO fibers



# Costruzione dei cavi ottici, da interno e da esterno

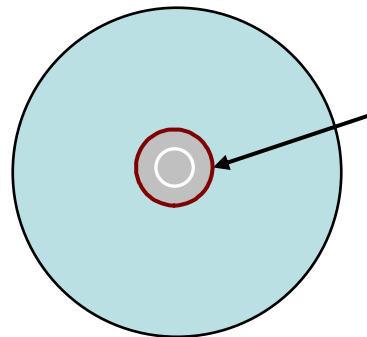
## Loose Tube (Esterno)



**250um le fibre rivestite ‘galleggiano’ nei tubetti interni**

Consente ai tubi tampone (‘buffer’) di espandersi e contrarsi al variare della temperatura senza influire sulle fibre di vetro

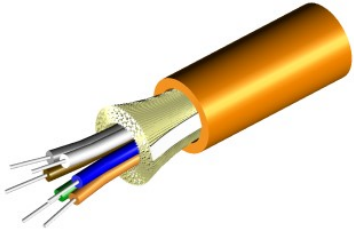
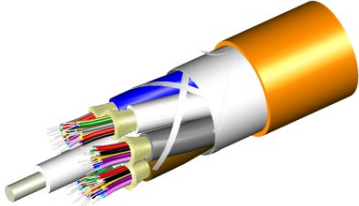
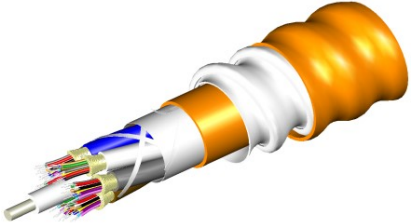
## Tight Buffer (Interno)



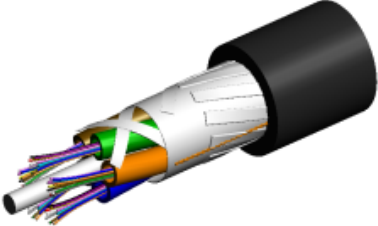
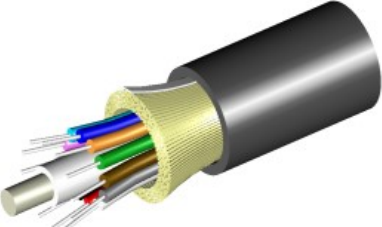
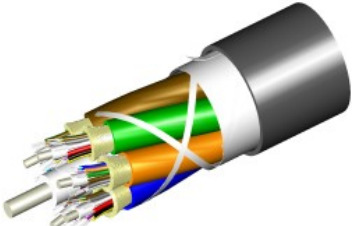
**Strati di rivestimento applicati direttamente sul vetro**

Il buffering stretto fornisce una migliore protezione fisica del vetro ed è migliore per la connettorizzazione

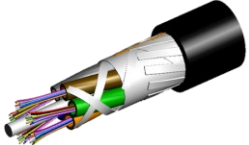
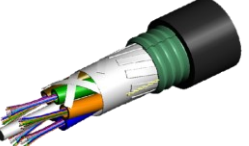
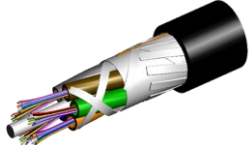
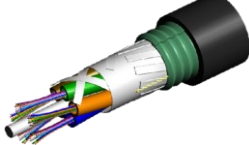
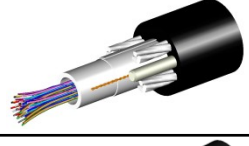
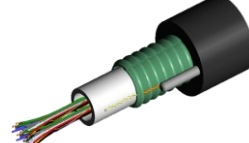
# Principali costruzioni per cavi ottici da interno (CPR)

	Costruzione	Numero di fibre
	Single Unit Tight Buffered	2 - 24
	Multi-Unit Tight-Buffered	2 - 72
	Interlocking Armor Cable	2 - 72

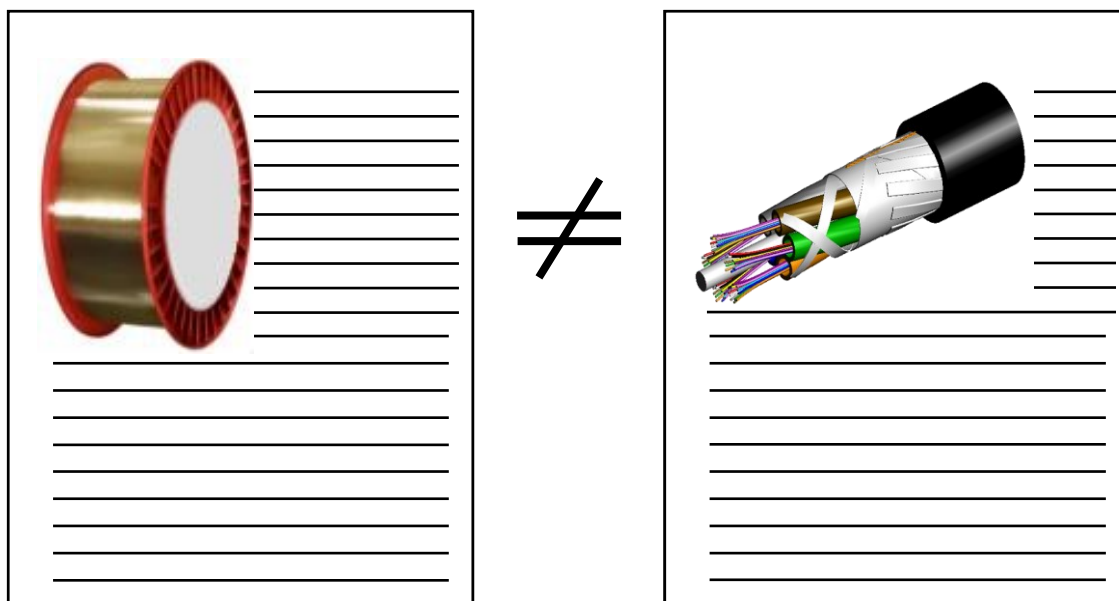
# Principali costruzioni per cavi da interno/esterno (CPR)

	Costruzione	Numero di fibre
	Stranded Loose Tube All-Dielectric	2 - 144
	Central Tube Tight Buffered All-Dielectric	2 - 72
	Stranded Tight Buffered All-Dielectric	2 - 72

# Principali costruzioni per cavi ottici da esterno

	Costruzione	Numero di fibre
	Stranded Loose Tube All-Dielectric (Gel Filled)	4 - 288
	Stranded Loose Tube Metallic Armored (Gel Filled)	4 - 288
	Stranded Loose Tube All-Dielectric (All Dry)	4 - 288
	Stranded Loose Tube Metallic Armored (All Dry)	4 - 288
	Central Loose Tube All-Dielectric	4 - 96
	Central Loose Tube Metallic Armored	4 - 96

# Specifiche della fibra (vetro) e del cavo ottico (fibra cablata)



Le schede prodotto sono generalmente realizzate sia per le fibre che per i cavi ottici

Mentre alcune caratteristiche, come le dimensioni fisiche, non cambiano con il processo di cablaggio, ci sono diverse caratteristiche ottiche che **possono cambiare** quando la fibra è cablata.

# Classificazione dei cavi ottici (fibra cablata) secondo ISO/IEC 11801-1:2018

## 9.5.2 Cabled optical fibre Categories

### 9.5.2.1 General

The limits to be met for cabled optical fibre transmission performance are specified in Table 92 and Table 93. Attenuation shall be measured in accordance with IEC 60793-1-40.

Table 92 – Cabled optical fibre attenuation (maximum), dB/km

Cabled optical fibre attenuation (maximum) dB/km										
	OM3 and OM4 multimode		OM5 multimode		OS1a single-mode			OS2 single-mode		
Wavelength	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	1310 nm	1383 nm	1550 nm	1310 nm	1383 nm	1550 nm
Attenuation	3,5	1,5	3,0	1,5	1,0	1,0	1,0	0,4	0,4	0,4

Table 93 – Multimode optical fibre modal bandwidth

		Minimum modal bandwidth MHz × km				
		Overfilled launch bandwidth			Effective modal bandwidth	
Wavelength		850 nm	953 nm	1300 nm	850 nm	953 nm
Category	Nominal core diameter µm					
OM3	50	1 500	N/A	500	2 000	N/A
OM4	50	3 500	N/A	500	4 700	N/A
OM5	50	3 500	1 850	500	4 700	2 470

NOTE 1 Modal bandwidth requirements apply to the optical fibre used to produce the relevant cabled optical fibre category and are assured by the parameters and test methods specified in IEC 60793-2-10.

NOTE 2 In addition to supporting the same 850 nm and 1300 nm bandwidth as OM4, OM5 offers advantage for future applications using wavelength division multiplexing in the 850 nm to 953 nm wavelength range.

### 9.5.2.2 Cabled multimode optical fibres of Category OM3, OM4 and OM5

The cabled optical fibre Categories designated as OM3, OM4 and OM5 are achieved using a multimode, graded-index optical fibre waveguide with nominal 50/125 µm core/cladding diameter and numerical aperture complying with A1a.2, A1a.3 and A1a.4 optical fibre, respectively, of IEC 60793-2-10.



# Classificazione dei cavi ottici multimodali, OM3/OM4/OM5

EN 50173-1:2018 (E)

## 7.5.2 Cabled multimode optical fibres of Category OM3, OM4 and OM5

NOTE The previous edition of this European standard included specifications for cabled multimode optical fibre Categories OM1 and OM2. See Annex C for details which will be removed at the next revision of this European standard.

The optical fibre used to produce cabled optical fibre Category OM3, OM4 and OM5 shall be a multimode, graded-index optical fibre waveguide with nominal 50/125 µm core/cladding diameter and numerical aperture complying with the EN 60793-2-10 references of Table 52.

Each cabled optical fibre of a given Category shall meet the performance requirements of Table 52 in conjunction with a completed optical fibre cable detail specification of 7.5.1.

Table 52 — Cabled multimode optical fibre performance requirements

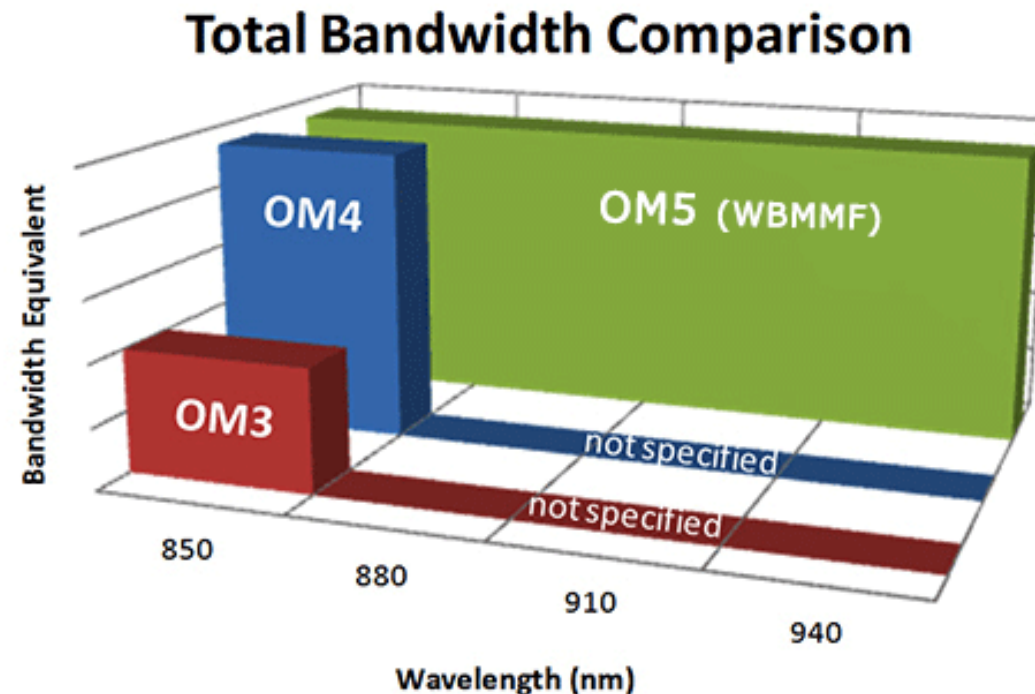
Cabled optical fibre Category	Optical fibre of EN 60793-2-10	Maximum attenuation <sup>a</sup> (dB/km)		Minimum modal bandwidth <sup>b</sup> MHz × km				
				Overfilled launch			Effective modal bandwidth (See NOTE)	
		850 nm	1 300 nm	850 nm	953 nm	1 300 nm	850 nm	953 nm
OM3	A1a.2	3,5	1,5	1 500	-	500	2 000	-
OM4	A1a.3	3,5	1,5	3 500	-	500	4 700	-
OM5 <sup>c</sup>	A1a.4	3,0	1,5	3 500	1 850	500	4 700	2 470

<sup>a</sup> The cabled optical fibre attenuation shall be measured in accordance with EN 60793-1-40.

<sup>b</sup> Modal bandwidth requirements apply to the optical fibre used to produce the relevant cabled optical fibre Category and are assured by the parameters and test methods specified in EN 60793-2-10. Optical fibres that meet only the overfilled launch modal bandwidth are not guaranteed to support some applications specified in Annex F.

<sup>c</sup> In addition to supporting the same applications as OM3 and OM4, OM5 offers an advantage for future applications using wavelength division multiplexing in the wavelength range 850 nm to 953 nm.

NOTE This bandwidth is based on application-specific implementation of the effective modal bandwidth (EMB<sub>c</sub>) requirements of EN 60793-2-10.



Fibra ottica OM5 permette utilizzo della tecnologia SWDM aumentando di x4 la capacità trasmissiva rispetto alla fibra OM4.

Minore attenuazione (dB/Km) permette estendere +30% la portata della fibra OM5 rispetto alla fibra OM4

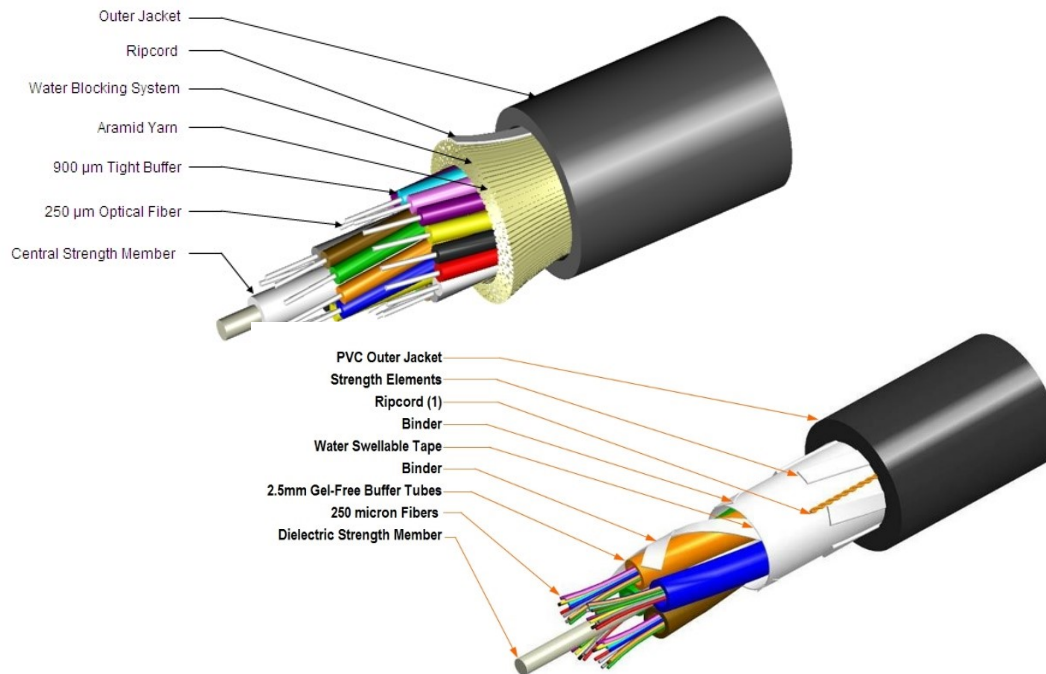
# Classificazione dei cavi ottici monomodali, OS1a/OS2

EN 50173-1:2018 (E)

Table 53 — Cabled single-mode optical fibre performance requirements

Wavelength <sup>a</sup> nm	Maximum attenuation <sup>b</sup> dB/km	
	Category OS1a	Category OS2
1 310	1,0	0,4
1 383	1,0	0,4
1 550	1,0	0,4

<sup>a</sup> The cut-off wavelength shall be less than 1 260 nm when measured in accordance with EN 60793-1-44.  
<sup>b</sup> The cabled optical fibre attenuation shall be measured in accordance with EN 60793-1-40.



A prescindere o meno del Waterpeak

Esempio delle fibre TeraSPEED di CommScope:

**OS1a** → Tight Buffer Cables (900µm)

- TeraSPEED Cables
- Specs: CS-8W-TB
- Attenuazione < 0.5dB @1310nm

**OS2** → Loose tube Cable (250µm)

- TeraSPEED Cables
- Specs. CS-8W-LT
- Attenuazione < 0.34dB @1310nm

# Tipi di connettori ottici



- **SC** – Subscriber Connector



- **LC** – Lucent Connector



- **ST** – Straight Tip



- **FC** – Fiber Connector



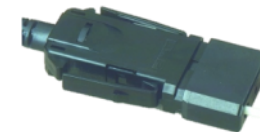
- **MTRJ** – Mechanically Transferable Registered Jack



- **MTP/MPO** – Mechanical Transfer Pull Off / Multifiber Push On



- **ESCON** – Enterprise System Connector (IBM)



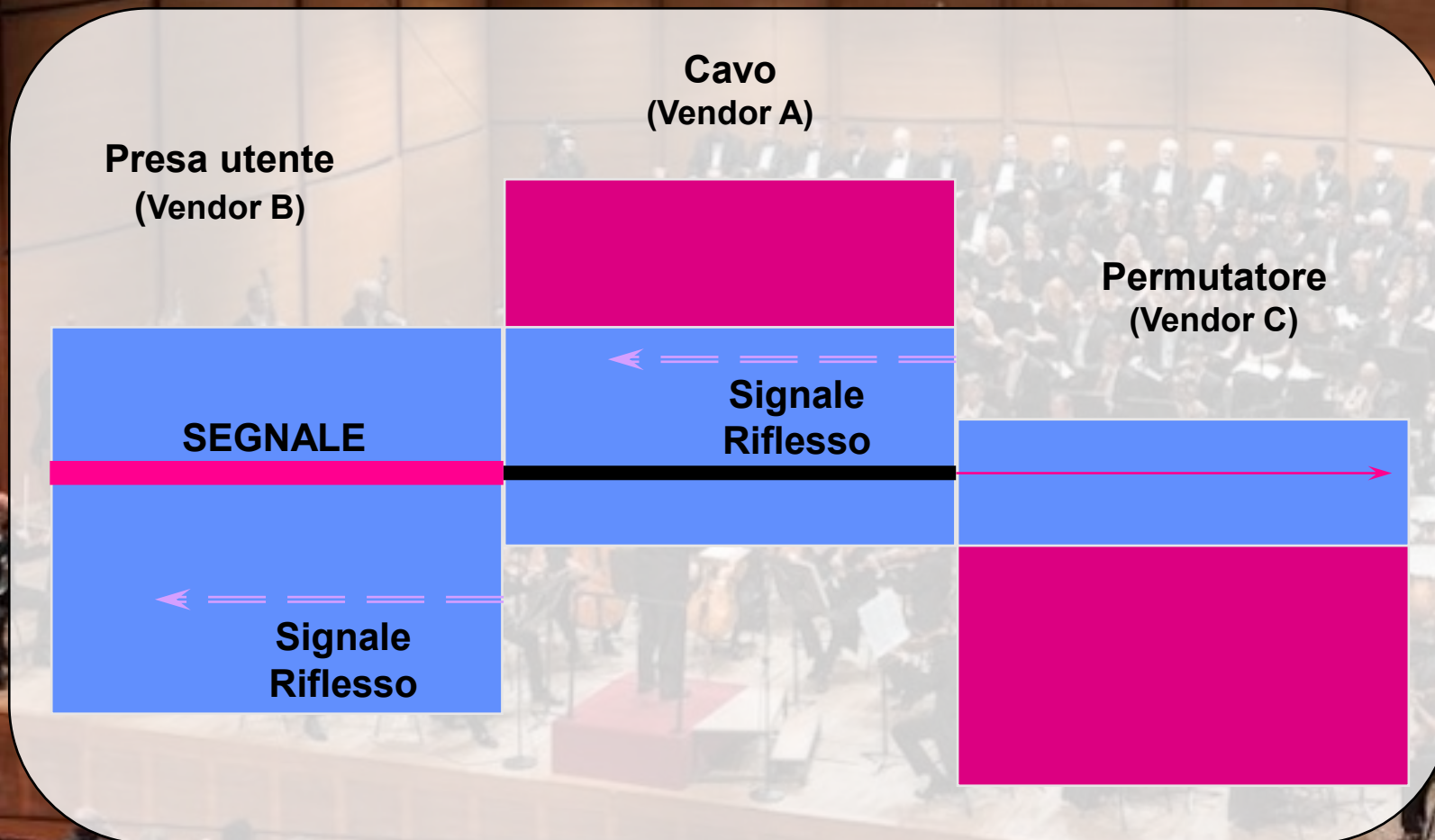


# Orchestra sinfonica: armonia dei componenti





# Cablaggio strutturato: soluzione *mix-and-match*





# Cablaggio strutturato: armonia dei componenti end-to-end

***Pres  
Utente***

***Cavo &  
Bretelle***

***Permutatore***



**Canale unico costruttore garantisce prestazioni del sistema**

**Richiedere le prestazioni di canale,  
non dei singoli componenti**

Grazie per l'attenzione!



COMMSCOPE®

 Majorano®

IT.ANSWER®

**Per ottenere la documentazione:**

- *Email:* [badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)

- *Tramite il link:*

<https://page.commscope.com/ingegnere.html>



# CPR e cavi di comunicazione elettronica

Stato dell'arte sulla norma CPR per i cavi trasmissione dati (EN 50575) ed applicazione a livello locale.

Agrate Brianza (MB), 22 Giugno 2021



**Davide Badiali**

COMMSCOPE  
Infrastructure System Engineer

# Il Modulo - CPR e cavi di comunicazione elettronica

## Agenda:

- Riferimenti normative
- Classificazione dei cavi
- Pre e Post CPR, cosa è cambiato
- Applicazione della norma CPR in Italia

Per la documentazione:

- Email:

[badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)

- Tramite il link:

<https://page.commscope.com/ingegnere.html>

# Definizione delle caratteristiche e prestazioni dei cavi

- Prestazioni per la trasmissione dei dati
  - Prevenire fermi rete
- Prestazioni rispetto alla sicurezza ed agli incendi
  - Proteggere le persone: responsabilità e competenza (RSPP, VV.FF., Ministero, etc.)
  - Proteggere la proprietà e gli apparati
    - Prevenire malfunzionamenti o disservizi



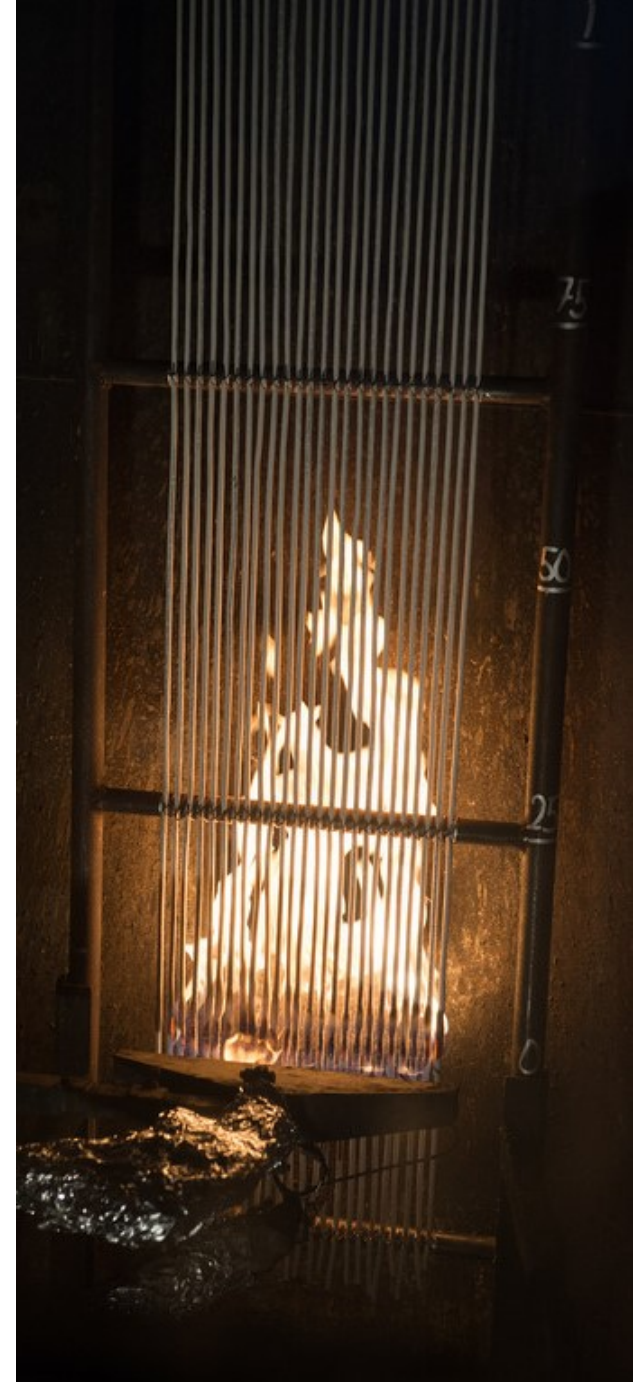
# CPD dal 1989, poi CPR dal 2011



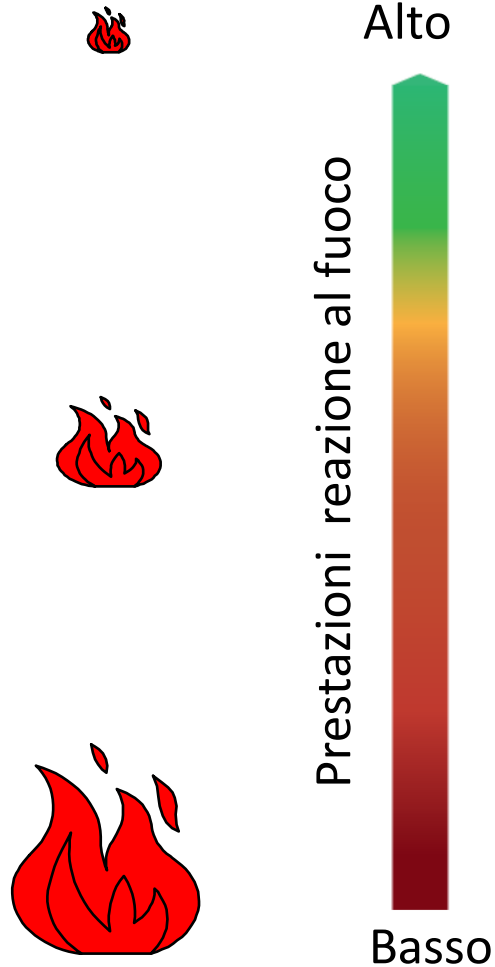


# Classificazione dei cavi CPR

- CPR indica termini “**reazione al fuoco**” di alcuni cavi, non dove utilizzarli
- Sette “Euroclass” (EN 13501-6): Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca e Fca
- Alcuni criteri di classificazione sono obbligatori, mentre altre classificazioni aggiuntive non lo sono
- Applicabile solamente a **cavi installati in modo permanente all’interno di edifici ed opere di ingegneria civile**
- EN 50575: definisce processi di certificazione ed etichettatura
- Obblighi per i produttori:
  - Declaration of Performance (DoP)
    - Formato EuroClass, esempio: Cca – s1, d1, a1
    - Laboratorio, “Notified Body” (tracciabilità)
  - Marchiatura CE dei prodotti



# Classificazione dei cavi CPR

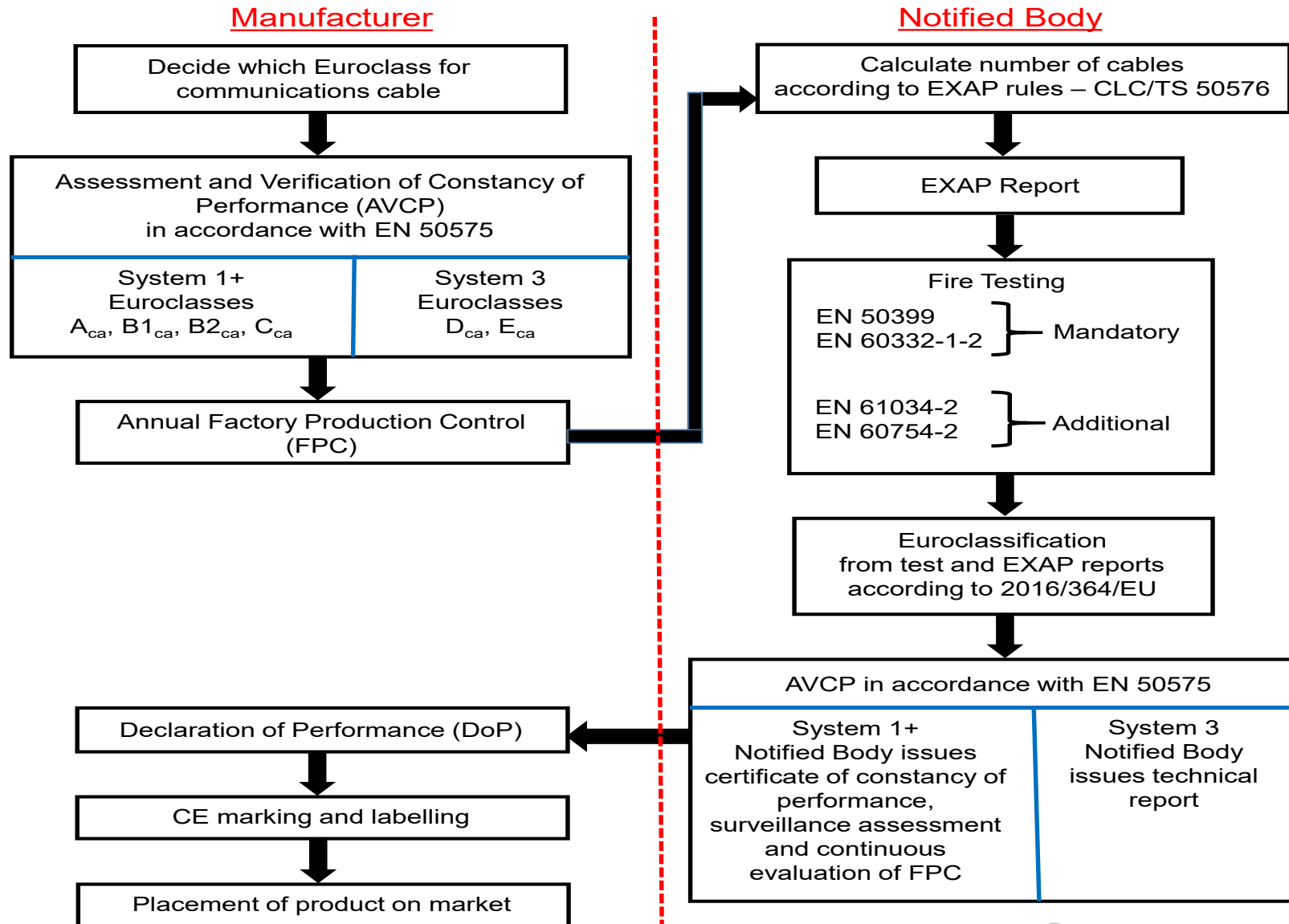


Obbligatorio

Opzionale

Class	Test method(s)	Classification criteria	Additional classification
A <sub>ca</sub>	EN ISO 1716	PCS ≤ 2,0 MJ/kg <sup>(1)</sup>	
B1 <sub>ca</sub>	EN 50399 (30 kW flame source) and	FS ≤ 1,75 m and THR <sub>1200z</sub> ≤ 10 MJ and Peak HRR ≤ 20 kW and FIGRA ≤ 120 W s <sup>-1</sup>	Smoke production <sup>(2)</sup> <sup>(5)</sup> and Flaming droplets/particles <sup>(3)</sup> and Acidity (pH and conductivity) <sup>(4)</sup>
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
B2 <sub>ca</sub>	EN 50399 (20,5 kW flame source) and	FS ≤ 1,5 m; and THR <sub>1200z</sub> ≤ 15 MJ; and Peak HRR ≤ 30 kW; and FIGRA ≤ 150 W s <sup>-1</sup>	Smoke production <sup>(2)</sup> <sup>(6)</sup> and Flaming droplets/particles <sup>(3)</sup> and Acidity (pH and conductivity) <sup>(4)</sup>
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
C <sub>ca</sub>	EN 50399 (20,5 kW flame source) and	FS ≤ 2,0 m; and THR <sub>1200z</sub> ≤ 30 MJ; and Peak HRR ≤ 60 kW; and FIGRA ≤ 300 W s <sup>-1</sup>	Smoke production <sup>(2)</sup> <sup>(6)</sup> and Flaming droplets/particles <sup>(3)</sup> and Acidity (pH and conductivity) <sup>(4)</sup>
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
D <sub>ca</sub>	EN 50399 (20,5 kW flame source) and	THR <sub>1200z</sub> ≤ 70 MJ; and Peak HRR ≤ 400 kW; and FIGRA ≤ 1 300 W s <sup>-1</sup>	Smoke production <sup>(2)</sup> <sup>(6)</sup> and Flaming droplets/particles <sup>(3)</sup> and Acidity (pH and conductivity) <sup>(4)</sup>
	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
E <sub>ca</sub>	EN 60332-1-2	H ≤ 425 mm	
F <sub>ca</sub>	EN 60332-1-2	H > 425 mm	

# Processo di classificazione dei cavi secondo EN 50575





# Costruttore e 'Notified Bodies': chi fa cosa

Euroclass	Attestazione di Conformità del Sistema	Note
Aca, B1ca, B2ca, Cca	1+	<p>1) Test eseguito da "Notified Bodies" approvato che rilascerà il "Certificate of Constancy of Performance" per il cavo, effettuerà controlli e sopralluoghi periodici presso i siti produttivi.</p> <p>2) Il costruttore pubblicherà un "DoP" (Declaration of Performance) secondo il formato specifico dell'Euroclass (es. Cca - s1, d1, a1) e la necessaria marcatura CE.</p>
Dca, Eca	3	<p>1) Test eseguito da "Notified Bodies" approvato che rilascerà un rapporto tecnico.</p> <p>2) Il costruttore pubblicherà un "DoP" (Declaration of Performance) secondo il formato specifico dell'Euroclass (es. Cca - s1, d1, a1) e la necessaria marcatura CE.</p>
Fca	4	Autocertificazione del Costruttore

# Pre & Post CPR: confronto dei test richiesti

	EN 50399	IEC 60332-3-22	IEC 60332-3-24
Requisiti Test	Propagazione fiamma Rilascio di calore Produzione fumo Sgocciolamento Tempo innesto	Propagazione fiamma, Indice di ossigeno (opzionale)	Propagazione fiamma, Indice di ossigeno (opzionale)
Fonte d innesto	30 kW o 20.5 kW	20.5 kW	20.5 kW
Flusso d'aria	8000 litri/minuto	5000 litri/minuto	5000 litri/minuto
Tempo applicazione fiamma	20 minuti	40 minuti	20 minuti
Lunghezza campione	3.5 metri	3.5 metri	3.5 metri
Strati cavi e spazi	Cavo singolo spaziato	Numero cavi dipende dal volume 'non-metallico'. Attaccati per cavi con diametro $\leq 6.7$ mm	Numero cavi dipende dal volume 'non-metallico'. Attaccati per cavi con diametro $\leq 6.7$ mm
Criterio Pass/Fail	In funzione della EuroClass	Porziona carbonizzata < 2.5 m sopra il bordo inferiore del camino. (La fiamma si spegne dopo 1 ora).	Porziona carbonizzata < 2.5 m sopra il bordo inferiore del camino. (La fiamma si spegne dopo 1 ora).

# Pre & Post CPR: confronto dei test richiesti

## Post-CPR:

- Produzione fumi: s1, s2 or s3
  - s1 più IEC 61034-2. Il requisito IEC 61034-2 richiede di soddisfare:
    - s1a: trasmittanza minima della luce dell'80%
    - **s1b: trasmittanza minima della luce del 60% ma meno dell'80%**
- Produzione gas acidi: a1, a2 or a3 in accordo con IEC 60754-2
  - a1 – pH > 4.3 & conduttività < 2.5  $\mu\text{S}/\text{mm}$
  - **a2 – pH > 4.3 & conduttività < 10  $\mu\text{S}/\text{mm}$**
  - a3 – non a1 o a2

## Pre-CPR:

- Produzione fumi: IEC 61034-2.
  - **Il requisito richiede trasmittanza minima della luce del 60%**
- Produzione gas acidi: IEC 60754-2. Il requisito richiede di soddisfare:
  - **pH > 4.3 & conduttività < 10  $\mu\text{S}/\text{mm}$**

# Pre & Post CPR: quali le certificazioni richieste

## Post-CPR:

- Cavi con EuroClass Aca, B1ca, B2ca e Cca: certificazione tramite ente “System 1+”
  - Richiede verifica continua (FPC, Factory Production Control), audit e test annuali
- Cavi con EuroClass Dca e Eca: certificazione tramite ente “System 3”
  - Non richiesta verifica continua, audit e test annuali
- Obbligo di classificazione per cavi installati in modo permanente

## Pre-CPR:

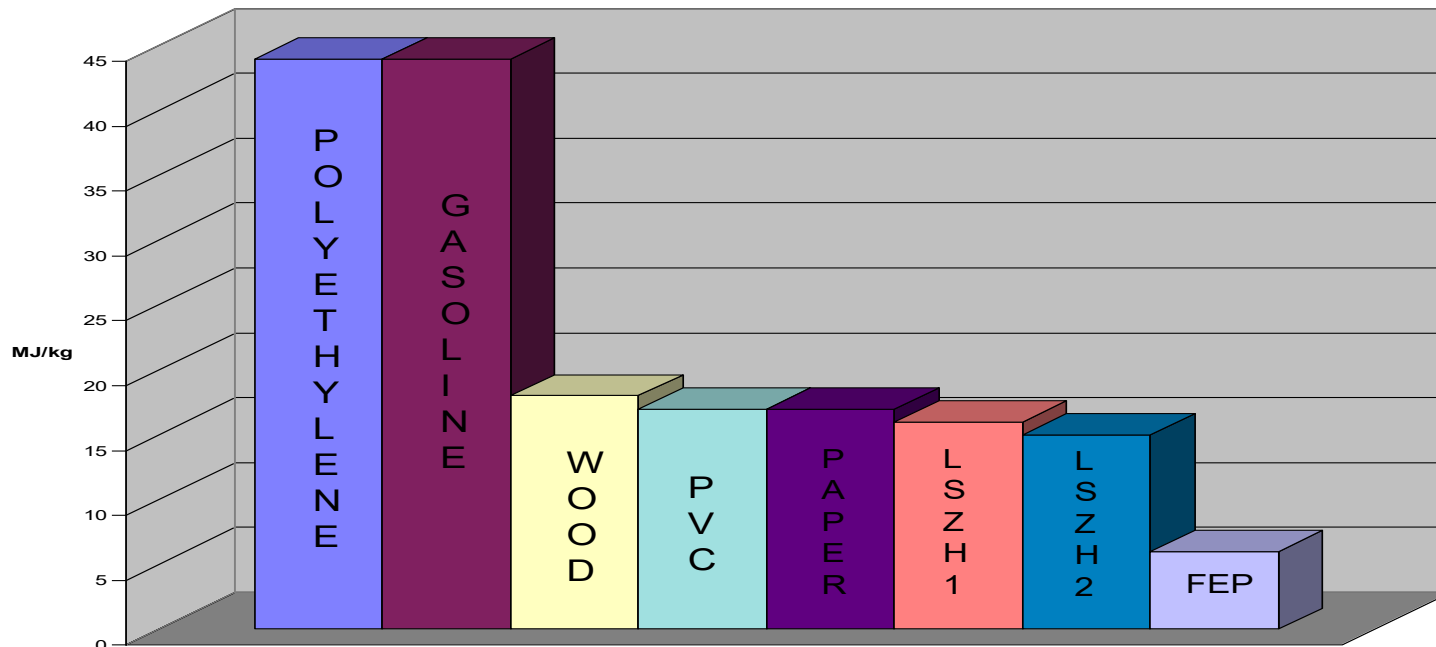
- Non richiesta verifica continua, audit e test annuali
- Simile ad una certificazione “System 3” (volontaria)
- Nessun obbligo per il costruttore

# Sfide e problematiche nella produzione di cavi CPR

Composti utilizzati nella produzione...

- Per i cavi Cat 5e/Cat 6/Cat 6A/Cat 7/Cat 7A, attualmente solo alcuni composti possono essere utilizzati come materiale isolante
  - Poliolefina (es. Polyethylene [PE], Polypropylene [PP]): «*zero halogen*»
  - Fluoropolimero (es. Fluorinated Ethylene Propylene [FEP]): «*halogenated*»

Fuel Load : Heat of Combustion



**United States Patent** [19]  
Hardin et al.

[11] Patent Number: **5,024,506**  
[45] Date of Patent: **Jun. 18, 1991**

[54] PLENUM CABLES WHICH INCLUDE NON-HALOGENATED PLASTIC MATERIALS

[75] Inventors: Tommy G. Hardin, Lilburn, Ga.; Behrooz A. Khorramian, New York, N.Y.

[73] Assignee: AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, N.J.

[21] Appl. No.: 449,229

[22] Filed: Dec. 21, 1989

Preliminary Silicone Product Info Brochure entitled, Smoke Density and Toxicity.

Publication by General Electric entitled, "ULTEM Resin Design Guide".

Article from *New Products* entitled, "Initial and Secondary Fire Damage Costs".

Article from *Telecommunication Journal* entitled, "Fire Precautions in Telephone Exchange", vol. 49, 1982, p. 223.

In *Interview* an interview with Hans de Munck entitled, "Developing Noryl Resin PX1766".

Article by S. Kaufman entitled, "Using Combustion Toxicity Data in Cable Selection" pp. 636-648 1088

# Sfide e problematiche nella produzione di cavi CPR

*...di conseguenza:*

Avendo imposto fra i requisiti il test acidità (IEC 60754-2), attualmente solo Poliolefina (PP) può essere utilizzato come materiale di isolamento per cavi Cat5e o superiori.

Per ottenere prestazioni di Euroclassi superiori, isolanti dei conduttori devono essere “protetti”:

- Guaina più spessa oppure applicando schermo/armature
- Utilizzare materiali migliori
  - Più costosi
  - Tempi di produzione più lunghi

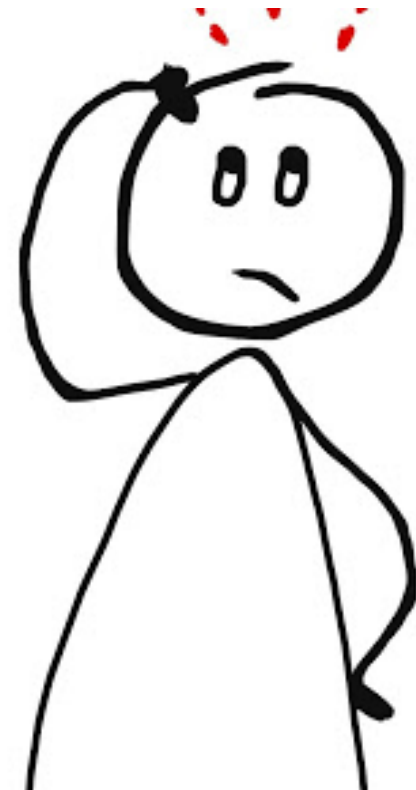
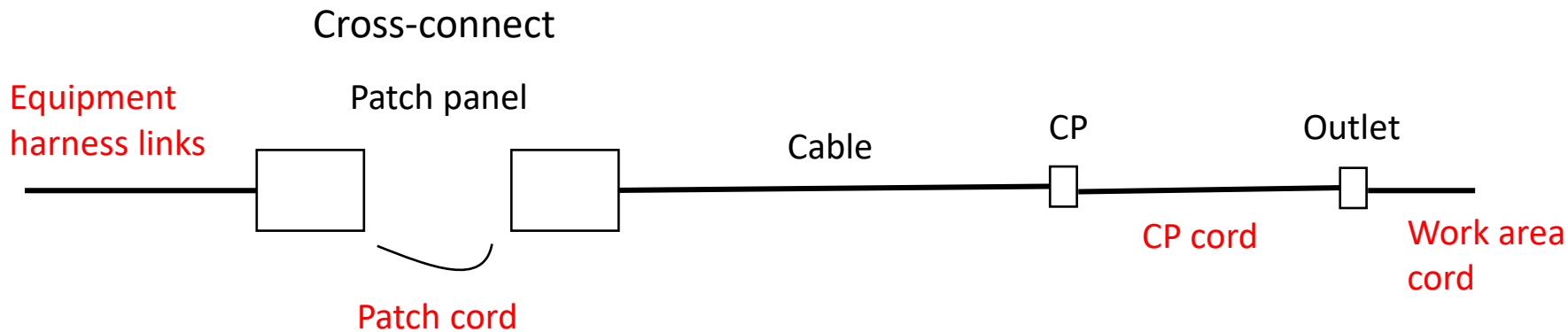
Per tutti gli altri elementi da costruzione non viene richiesto test di acidità.

Elementi di contenimento cavi sono esclusi attualmente da CPR.

# Le bretelle, cordoni, trunk, sono da includere nella CPR?

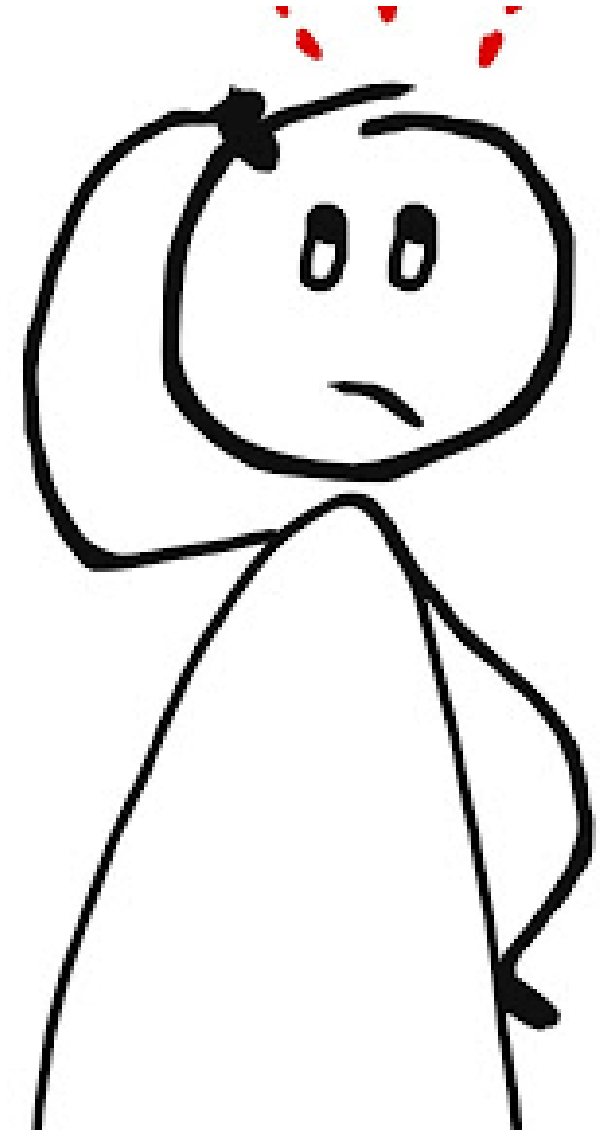
CPR si applica per definizione ad **‘elementi da costruzione permanenti utilizzati nelle opere di ingegneria civile’**:

- Come gestire bretelle, cordoni oppure trunk pre-terminati?
- Che differenza c'è fra un trunk pre-terminato ed una bretella lunga?





Quindi... come, dove, quando si applica la norma CPR?



## Di fatto...

- L'introduzione della norma CPR non ha cambiato nulla rispetto a prima, se non indicare delle regole comuni (europee) per la classificazione dei cavi (EN 50575).
- La norma europea (305/2011) definisce le regole per l'immissione sul mercato, l'applicazione venga lasciata a livello locale/nazionale (Italia, CEI).
- In Italia, la scelta dei prodotti e la loro installazione deve avvenire nel rispetto delle disposizioni definite nel **Codice di Prevenzioni Incendi** (D.M. 03 agosto 2015 e s.m.i.).

# Applicazione della norma CPR in Italia, attività del CEI

- Pubblicata della Tabella CEI UNEL 35016 - *Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)*.
  - Identificazione di quattro classi di reazione al fuoco (B2ca s1a d1 a1, Cca s1b d1 a1, Cca s3 d1 a3, Eca), che consentono di rispettare le prescrizioni installative previste dalla Norma CEI 64-8
  - Per le quattro classi sono stati utilizzati i parametri già in uso per i cavi energia
  - Nota bene: la tabella non rappresenta alcun obbligo legislativo ma semplicemente delle indicazioni
- D.Lgs. 106/2017, con l'art. 20, prevede sanzioni nei casi di “*violazione degli obblighi di impiego dei prodotti da costruzione*”, con riferimento a UE 305/2011
- Giugno 2018 viene costituito all'interno del CT 306 il Gruppo di Lavoro “*CPR - Cavi di comunicazione elettronica*” con per sviluppare un documento/guida che possa “*agevolare la scelta dei cavi utilizzabili negli impianti di comunicazione elettronica, destinati alla connessione di apparati per servizi TV, telefono e dati, realizzati all'interno di “opere di costruzione” in applicazione della legislazione vigente*”.

# In pratica, come mi devo comportare oggi riguardo CPR

- Non vi sono obblighi legislativi che vincolano l'utilizzo di una determinata classe in un determinato ambiente.
- Come in passato, seguire il Codice Prevenzione Incendi.
- *“La scelta della classe di reazione al fuoco dei cavi da installare in ogni ambito specifico dovrà essere fatta considerando la necessità di garantire - ai fini della sicurezza delle costruzioni - due specifici “requisiti base” (fra i sette indicati nell'allegato 1 del Regolamento CPR), e cioè “Sicurezza in caso di incendio” e “Igiene, salute e ambiente”. ”*

**TO BE  
CONTINUED** 

Grazie per l'attenzione!



COMMSCOPE®

 **Majorano**®

**IT.ANSWER**®

**Per ottenere la documentazione:**

- *Email:* [badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)

- *Tramite il link:*

<https://page.commscope.com/ingegnere.html>

# Misurare le prestazioni dell'infrastruttura di rete

Le prestazioni del sistema di cablaggio influiscono sulle prestazioni di rete, pertanto è importante sapere come valutare e confrontare i diversi sistemi e prodotti disponibili sul mercato.

Agrate Brianza (MB), 22 Giugno 2021

**Davide Badiali**

COMMSCOPE

Infrastructure System Engineer





# III Modulo - Misurare le prestazioni dell'infrastruttura di rete

## Agenda:

- Valutare le caratteristiche: standard, margine e prestazione
- Valori tipici, medi, discreti o minimi garantiti
- Perché richiedere valori minimi garantiti
- Quali le garanzie rilasciate dai costruttori
- Approccio “sistema” vs “componenti”

Per la documentazione:

- Email:

[badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)

- Tramite il link:

<https://page.commscope.com/ingegnere.html>

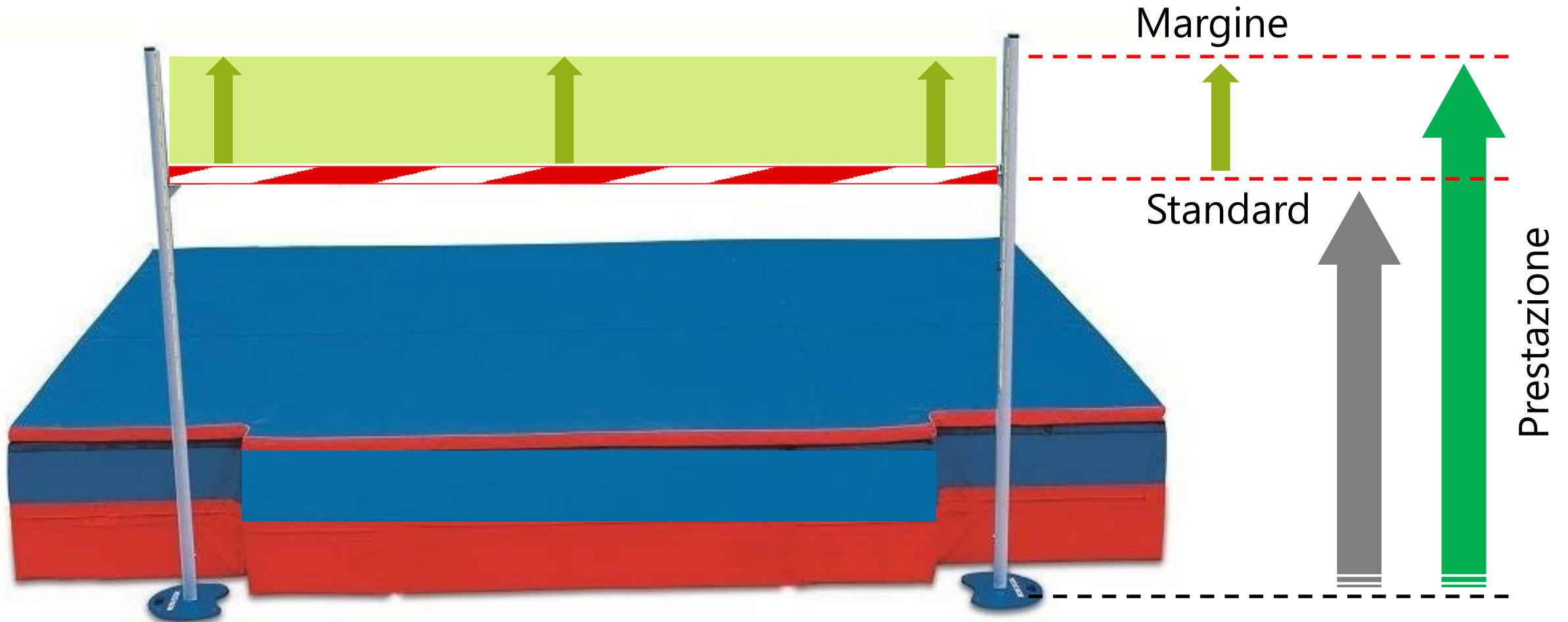
Come influiscono le basse prestazioni del cablaggio sulla funzionalità della rete?



# Misurare le prestazioni



# Standard, margine, prestazione



# Quale la 'prestazione' a cui fare riferimento

Valore **TIPICO**: non ha alcun valore pratico dato che dipende da specifiche condizioni

Valore **MEDIO**: valori positivi possono compensare valori negativi e viceversa

Valore a **FREQUENZE DISCRETE**: è limitante, tutto lo spettro deve essere valutato

Valore **MINIMO GARANTITO**: l'unico che permette di avere la certezza assoluta del corretto funzionamento del sistema prendendo in considerazione tutte le possibili condizioni e configurazioni del sistema trasmissivo.

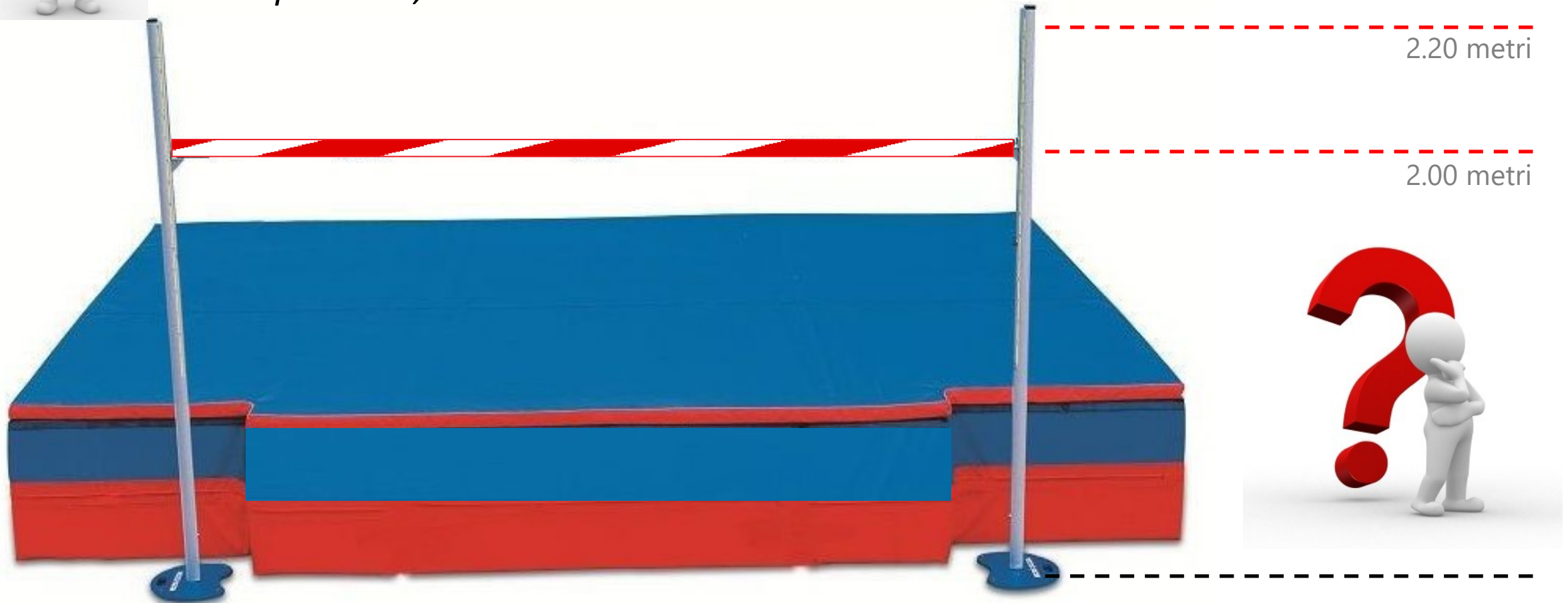




# Prestazioni TIPICHE richiedono particolari condizioni



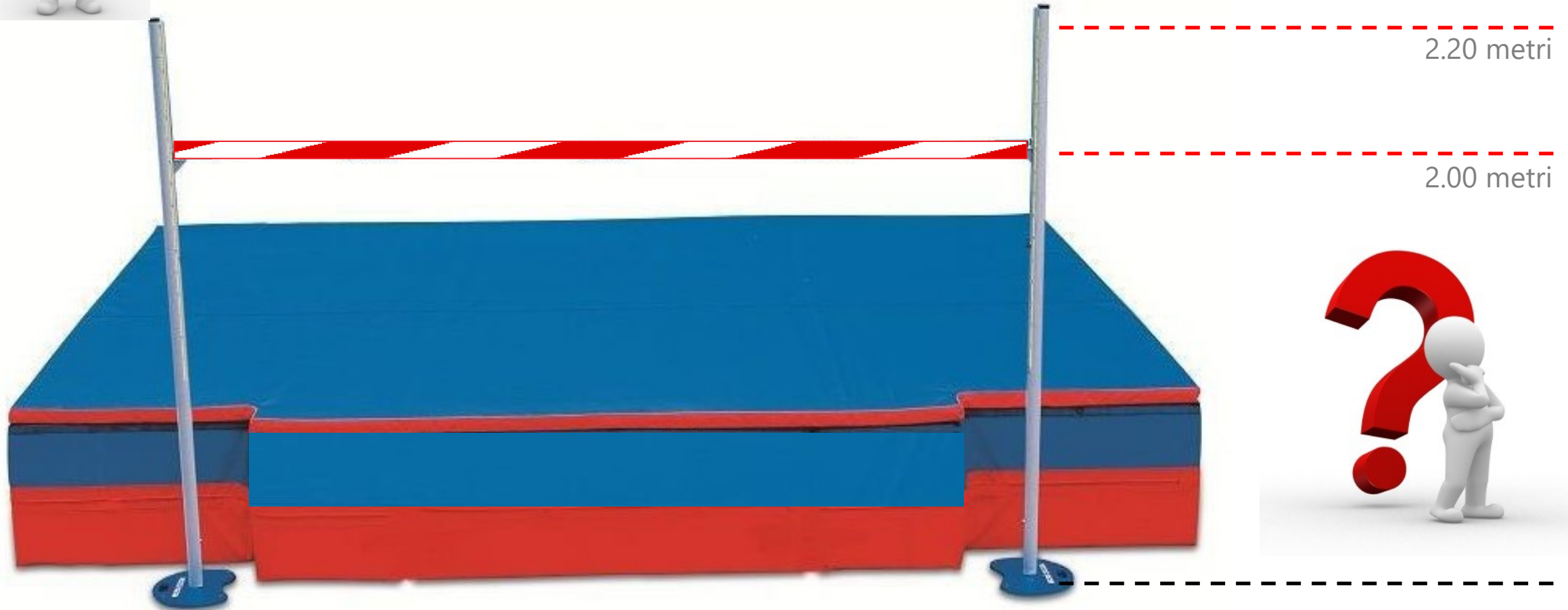
**Tipicamente salto 2.20 metri.** Ma servono precise condizioni: deve esserci il sole, senza vento, temperatura di 20 gradi e 50% di umidità, la mattina presto, in un luogo chiuso, senza pubblico, etc.



# Prestazioni MEDIE combinano vari risultati



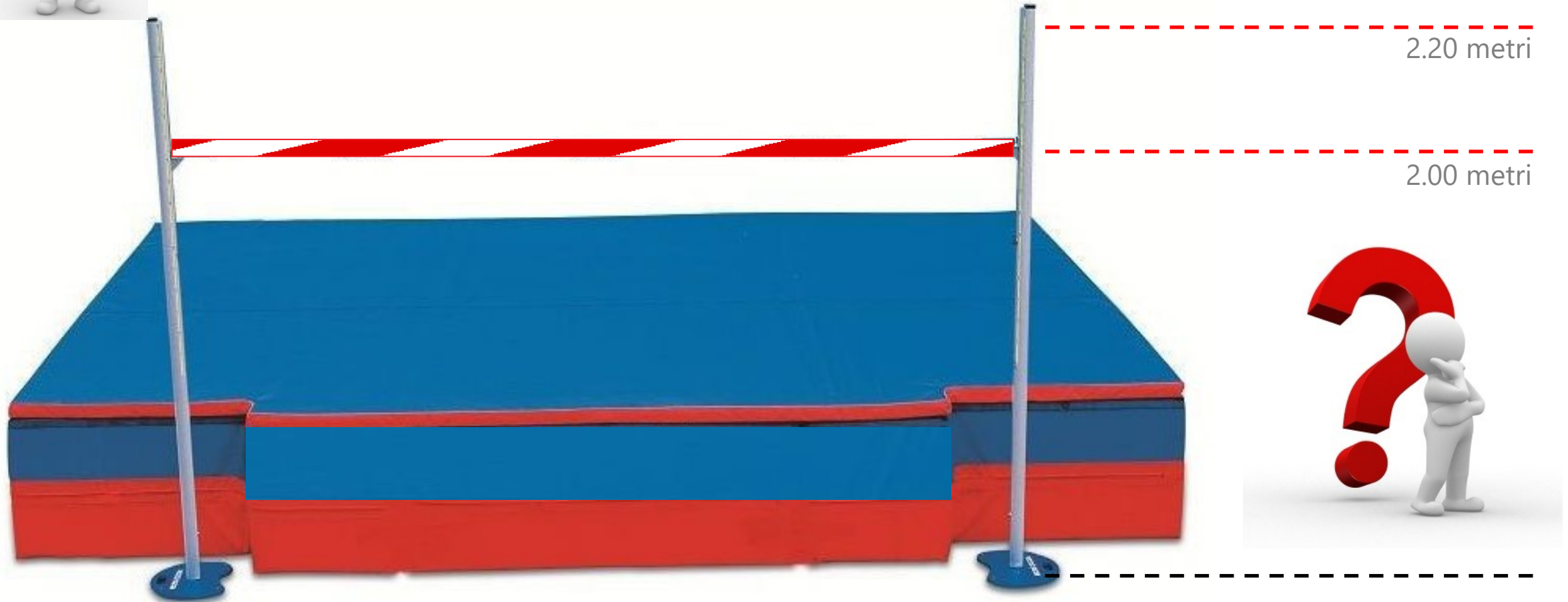
**Mediamente salto 2.20 metri.** Questa è la media dei vari risultati ottenuti; alcuni valori permettono di compensare anche alcuni salti 'nulli'...



# Prestazioni DISCRETE sono calcolate in punti ben precisi



*Salto **2.20 metri**. Ottengo questo risultato **solo se** misurato nel punto centrale, oppure alle estremità.*

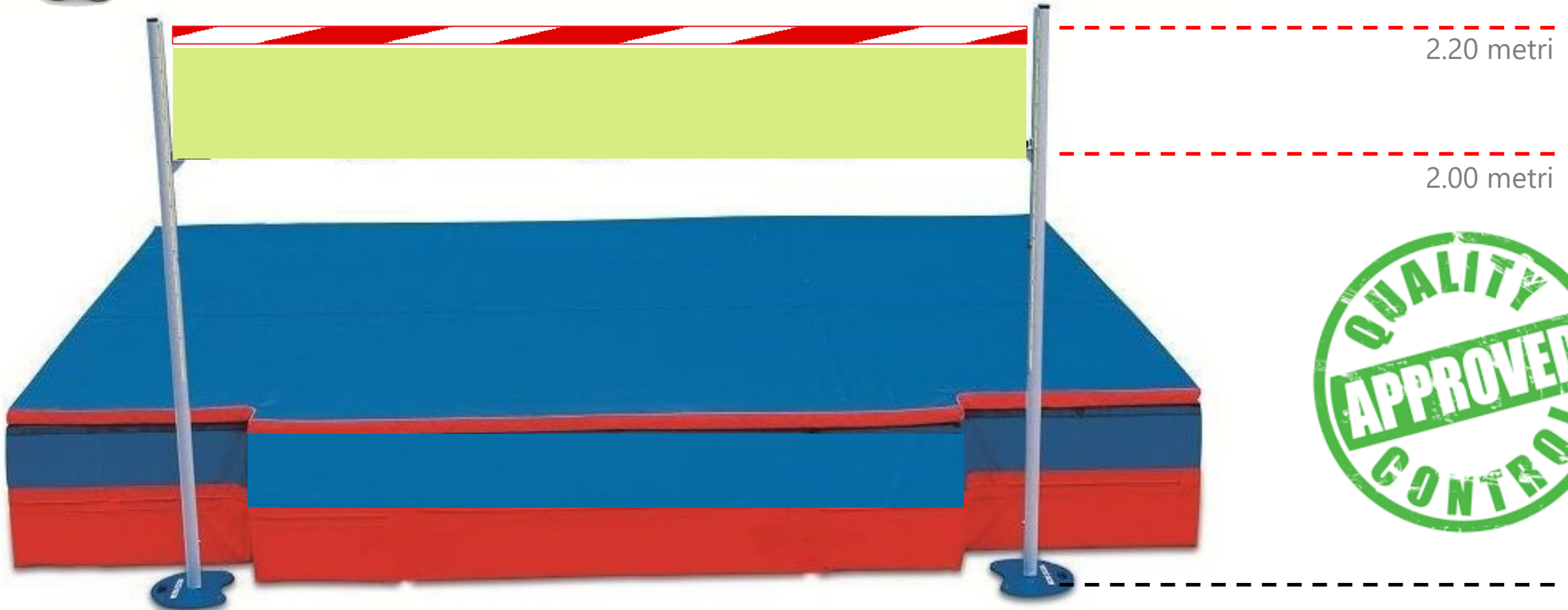




# Prestazioni MINIME GARANTITE certezza del risultato

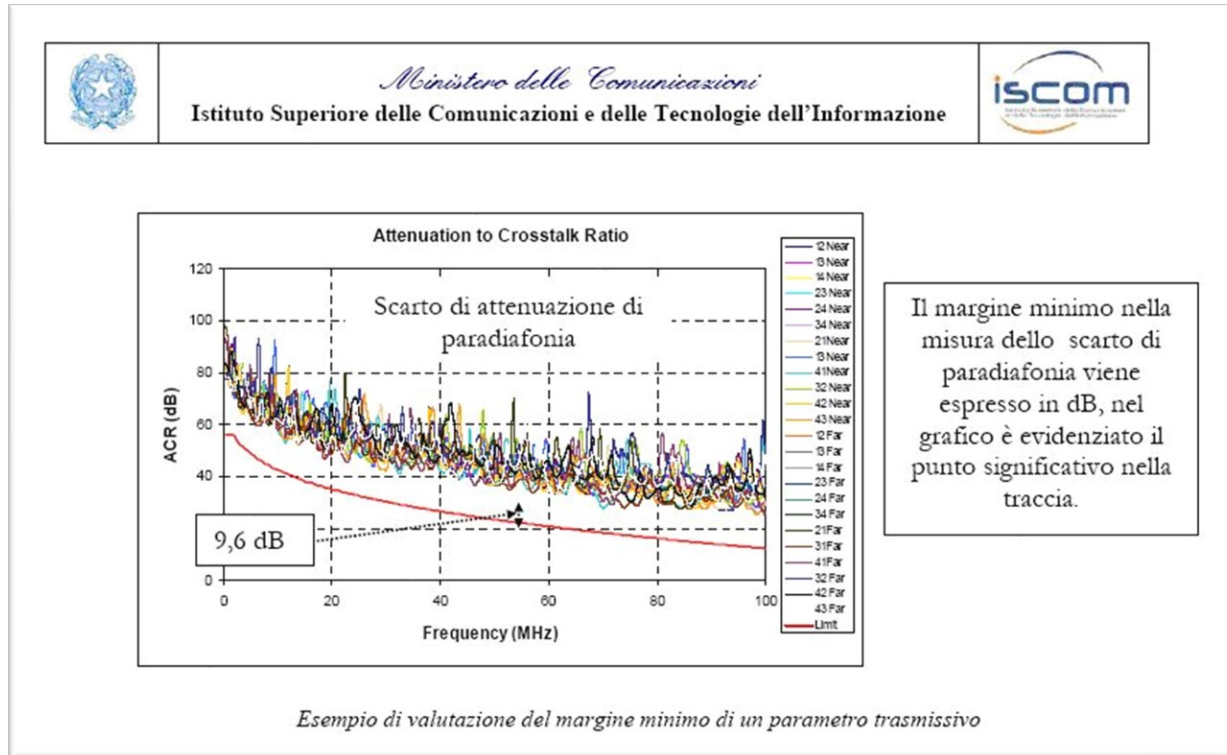


*Il **minimo** che posso saltare è **2.20 metri**. Questo è il valore più basso che garantisco di ottenere, in qualsiasi condizione e circostanza, etc.*



# Il margine minimo garantito

*“La qualità intrinseca delle varie soluzioni sarà quindi data dal margine di funzionamento rispetto ai diversi parametri funzionali definiti dallo standard al quale si fa riferimento. La valutazione di questo aspetto nella scelta di un sistema di cablaggio non deve essere trascurata perché permette di classificare tecnicamente le varie proposte sul mercato.*



*Il margine deve essere espresso nelle situazioni di canale e nella maggior casistica possibile di configurazioni e lunghezze, garanzia per l'utente che i test del costruttore hanno riprodotto le condizioni reali di utilizzo. Il dato è significativo solo quando riferito al caso peggiore, cioè il valore minimo di margine rispetto al limite imposto dalla norma. Valori espressi a specifiche frequenze, oppure medi o tipici, non consentono di valutare gli effettivi valori di margine nell'intera gamma di frequenze.”*

# Un esempio, 40G-SWDM4: standard 440 metri, fibra OM5

**TABLE 54. 40 GIGABIT ETHERNET, 850 NM SWDM (40G-SWDM4): TRANSMISSION DISTANCES OVER LAZRSPEED OM5 WIDEBAND WITH LC CONNECTIONS**

NUMBER OF LC CONNECTIONS <sup>†</sup>	DISTANCE IN FEET (METERS)				
	0 SPLICE	1 SPLICE	2 SPLICES	3 SPLICES	4 SPLICES
2	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)
3	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)
4	1510 (460)	1510 (460)	1510 (460)	1480 (450)	1440 (440)
5	1510 (460)	1510 (460)	1480 (450)	1440 (440)	1410 (430)
6	1480 (450)	1440 (440)	1440 (440)	1410 (430)	1380 (420)
7	1440 (440)	1410 (430)	1380 (420)	1350 (410)	1350 (410)
8	1410 (430)	1380 (420)	1350 (410)	1310 (400)	1280 (390)

<sup>†</sup>Excluding connections at the active device at each end of the channel

# Come comparare e valutare differenti soluzioni/prodotti?







# Spesso vengono dichiarati valori TIPICI

ELECTRICAL PERFORMANCE										
Frequency (MHz)		1	4	10	20	100	200	250	500	550
Insertion Loss (dB/100m)	Standard	N/A	3.8	5.9	8.4	19.1	27.6	31.1	45.3	N/A
	<i>Typical</i>	<i>1.9</i>	<i>3.5</i>	<i>5.5</i>	<i>7.8</i>	<i>18.0</i>	<i>26.1</i>	<i>29.4</i>	<i>43.0</i>	<i>45.4</i>
NEXT (dB)	Standard	N/A	66.3	60.3	55.8	45.3	40.8	39.3	34.8	N/A
	<i>Typical</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>94.3</i>	<i>88.9</i>	<i>87.1</i>	<i>81.7</i>	<i>81.0</i>
PSNEXT (dB)	Standard	N/A	63.3	57.3	52.8	42.3	37.8	36.3	31.8	N/A
	<i>Typical</i>	<i>97.0</i>	<i>97.0</i>	<i>97.0</i>	<i>97.0</i>	<i>91.3</i>	<i>85.9</i>	<i>84.1</i>	<i>78.7</i>	<i>78.0</i>
ELFEXT (dB/100m)	Standard	N/A	56.0	48.0	42.0	28.0	22.0	20.0	14.0	N/A
	<i>Typical</i>	<i>90.0</i>	<i>90.0</i>	<i>90.0</i>	<i>84.8</i>	<i>70.8</i>	<i>64.8</i>	<i>62.8</i>	<i>56.8</i>	<i>56.0</i>
PSELFEXT (dB/100m)	Standard	N/A	53.0	45.0	39.0	25.0	19.0	17.0	11.0	N/A
	<i>Typical</i>	<i>87.0</i>	<i>87.0</i>	<i>87.0</i>	<i>81.8</i>	<i>67.8</i>	<i>61.8</i>	<i>59.8</i>	<i>53.8</i>	<i>53.0</i>
Return Loss (dB)	Standard	20.0	23.0	25.0	25.0	20.1	18.0	17.3	17.3	N/A
	<i>Typical</i>	<i>27.0</i>	<i>30.0</i>	<i>30.0</i>	<i>30.0</i>	<i>25.1</i>	<i>23.0</i>	<i>22.3</i>	<i>20.2</i>	<i>19.9</i>
PSANEXT (dB)	Standard	67.0	67.0	67.0	67.0	62.5	58.0	56.5	52.0	N/A
	<i>Typical</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>
PSAACR-F (dB)	Standard	67.0	66.2	58.2	52.2	38.2	32.2	30.2	24.2	N/A
	<i>Typical</i>	<i>98.1</i>	<i>96.5</i>	<i>94.5</i>	<i>92.2</i>	<i>82.0</i>	<i>73.9</i>	<i>70.6</i>	<i>57.0</i>	<i>54.6</i>

ELECTRICAL CHARACTERISTICS							
Category				5e	6	6A	
Frequency [MHz]	1	4	10	100	250	300	500
Attenuation [dB/100m]	1.6	3.3	5.5	17.8	29	32	42
NEXT [dB]	85	80	73	59	52	50	45
PS NEXT [dB]	82	77	70	56	49	47	37
ACR-N [dB]	83	76	67	41	23	18	1
PS-ACR-N [dB]	80	73	64	38	20	15	-
ACR-F [dB]	86	78	67	47	37	33	19
PS-ACR-F [dB]	83	75	64	45	34	30	16
Return loss [dB]	29	32	32	30	25	25	22

These performance data are typical measured values.

# A volte sono dichiarate le prestazioni ma senza indicare che tipo di dati sono o in che condizioni sono validi

**3.1 Electrical Performances**

Characteristics	units	Specification
DC Resistance	$\Omega/100m$	$\leq 9.5$
DC Resistance Unbalance	%	$\leq 2.00$
Capacitance Unbalance (Pair to Ground)	pF/km (800~1000Hz)	$\leq 1600$
Insulation Resistance	M $\Omega \cdot m$	$\geq 5000$
Dielectric Strength	DC kV/sec	2.5 / 2
Impedance (Characteristic mean)	$\Omega$	$100 \pm 5\%$ (at 100MHz)
Return Loss	dB/100m	$\geq 20 + 5 \cdot \log(\text{freq})$ , $4 \leq f < 10\text{MHz}$ $\geq 25$ , $10 \leq f < 20\text{MHz}$ $\geq 25 - 7 \cdot \log(\text{freq}/20)$ , $20 \leq f \leq 500\text{MHz}$ (min. 17.3dB)
Attenuation (Insertion Loss)	dB/100m	$\leq 1.82 \cdot \sqrt{\text{freq}} + 0.0091 \cdot (\text{freq}) + 0.25/\sqrt{\text{freq}}$ , 4 ~ 500 MHz
NEXT Loss	dB/100m	$\geq 75.3 - 15 \cdot \log(\text{freq})$ , 4 ~ 500MHz
Power sum NEXT Loss	dB/100m	$\geq 72.3 - 15 \cdot \log(\text{freq})$ , 4 ~ 500MHz
ELFEXT Loss	dB/100m	$\geq 68 - 20 \cdot \log(\text{freq})$ , 4 ~ 500MHz
Power sum ELFEXT Loss	dB/100m	$\geq 65 - 20 \cdot \log(\text{freq})$ , 4 ~ 500MHz
Propagation Delay	ns/100m	$\leq 534 + 36 / \sqrt{\text{Freq}}$ , 4 ~ 500MHz
Propagation Delay Skew	ns/100m	$\leq 45$ , 4~500MHz

Freq. (MHz)	Attenuation (dB/100m)	NEXT (dB/100m)	PSNEXT (dB/100m)	ELFEXT (dB/100m)	PSELFEXT (dB/100m)	RL (dB/100m)	P.Delay (ns/100m)
	Max.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Max.
4	3.8	66.3	63.3	56.0	53.0	23.0	552
8	5.3	61.8	58.8	49.9	46.9	24.5	547
10	5.9	60.3	57.3	48.0	45.0	25.0	545
16	7.5	57.2	54.2	43.9	40.9	25.0	543
20	8.4	55.8	52.8	42.0	39.0	25.0	542
25	9.4	54.3	51.3	40.0	37.0	24.3	541
31.25	10.5	52.9	49.9	38.1	35.1	23.6	540
62.5	15.0	48.4	45.4	32.1	29.1	21.5	539
100	19.1	45.3	42.3	28.0	25.0	20.1	538
200	27.6	40.8	37.8	22.0	19.0	18.0	537
250	31.1	39.3	36.3	20.0	17.0	17.3	536
300	34.3	38.1	35.1	18.5	15.5	17.3	536
400	40.1	36.3	33.3	16.0	13.0	17.3	536
500	45.3	34.8	31.8	14.0	11.0	17.3	536

The cable performance between 1MHz and 4MHz is achieved by design only and it is therefore not necessary to test for this performance below 4MHz. (According to the IEC 61156-5 standard)



# Alcuni costruttori dichiarano i margini minimi prestazionali

Guaranteed Channel Headroom		
Electrical Value	TIA Category 6A	ISO Class E <sub>A</sub>
Insertion Loss	3%	3%
NEXT	3.5 dB	2.5 dB
PSNEXT	5 dB	4 dB
PSACR-F	10 dB	10 dB
Return Loss	3 dB	3 dB
PSACR-N	6.5 dB	6.5 dB
PSANEXT	2 dB	2 dB
PSAACR-F	10 dB	10 dB

\*Electrical values above are specified standards and consist of worst pair margin per ANSI/TIA-568-C.2 Category 6A and ISO 11801 Class E<sub>A</sub> standards.

# In alcuni casi valori decisamente superiori a CommScope

GUARANTEED PERFORMANCE SPECIFICATIONS FOR 4-CONNECTION GIGASPEED X10D U/UTP CHANNELS <sup>a</sup>	
Electrical Parameter	Guaranteed Margins to ISO/IEC 11801 Edition 2.1 "Class E <sub>A</sub> " (1-500 MHz)
Insertion Loss	3 %
NEXT	3 dB
PSNEXT	5 dB
ACR-N	5 dB
PSACR-N	6.5 dB
ACR-F	6 dB
PSACR-F	8 dB
Return Loss	1 dB
PSANEXT	2 dB
PSAACR-F	2 dB
Average PSANEXT	2 dB
Average PSAACR-F	2 dB

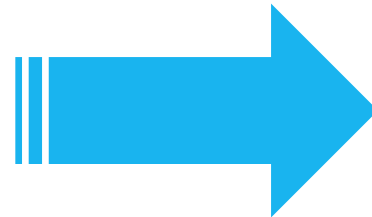
Prestazioni minime dichiarate e garantite da COMMSCOPE

Prestazioni minime dichiarate da Vendor X

Guaranteed Channel Headroom		
Electrical Value	TIA Category 6A	ISO Class E <sub>A</sub>
Insertion Loss	3%	3%
NEXT	3.5 dB	2.5 dB
PSNEXT	5 dB	4 dB
PSACR-F	10 dB	10 dB
Return Loss	3 dB	3 dB
PSACR-N	6.5 dB	6.5 dB
PSANEXT	2 dB	2 dB
PSAACR-F	10 dB	10 dB

\*Electrical values above are specified standards and consist of worst pair margin per ANSI/TIA-568-C.2 Category 6A and ISO 11801 Class E<sub>A</sub> standards.

# A volte le brochure non sono proprio veritiere...





# Oppure omettono qualche piccolo particolare



Quali condizioni devono essere rispettate affinché le prestazioni dichiarate da Vendor X siano valide?



# GX10D: linee guida design & installazione senza vincoli

**Appendix B**  
**Recommended Category 6A Channel Configurations with Minimum Patch Cord and Cable Lengths**

**Recommended Standard Compliant Cat 6A Cable Channel Configurations with no restrictions (including HD applications)**

Description	Number of Connectors in Channel			
	4	4	3	2
Work area cord	5	3	2	2
Telecommunication outlet / Connector	P	P	P	P
Consolidation point cabling	5	5		
Consolidation point connector	P	P		
<b>Horizontal cabling</b>	<b>85</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Horizontal cross-connect or Interconnect	P	P	P	P
Patch Cord or jumper cable	2	3	2	2
Horizontal cross-connect or Interconnect	P	P	P	
Telecommunications room equipment cord	3	4	3	
<b>Total Channel Length</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>19</b>

Lengths are in meters. P=Connector Present

← Vendor X: attenzione ai limiti!!!

COMMSCOPE GS X10D: oltre gli standard!

TABLE A1: CONVENTIONAL CHANNEL CONFIGURATIONS WITH MINIMUM LENGTHS

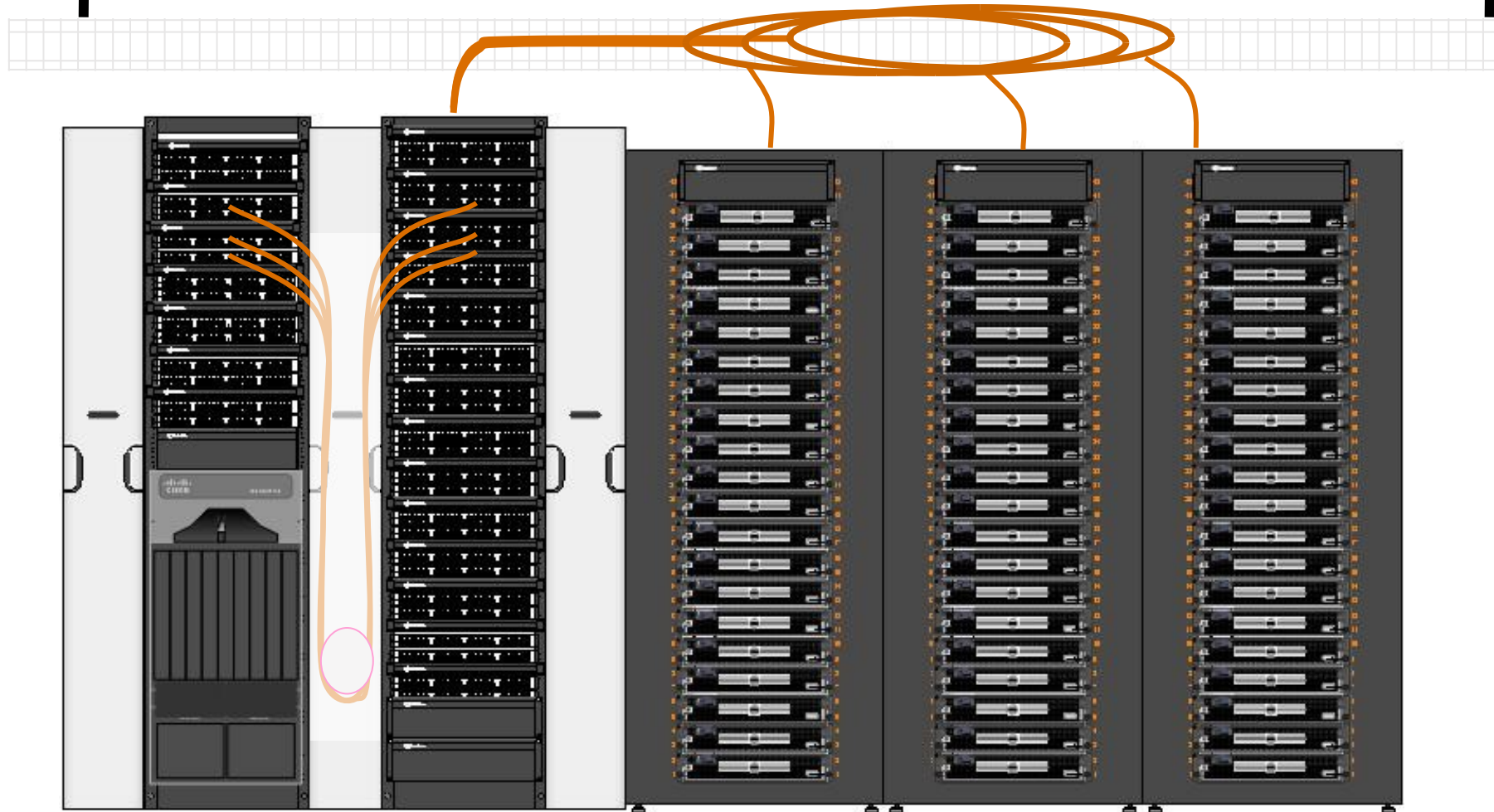
Channel Components	2-Connection Channel (Figure 1, 6)	3-Connection Channel (Figure 2, 7)	3-Connection Channel (Figure 3, 8)	4-Connection Channel (Figure 4, 9)	4-Connection Channel (Figure 10)
Equipment Cord	1 m (3.3 ft)	2 m (6.6 ft)	2 m (6.6 ft)	2 m (6.6 ft)	2 m (6.6 ft)
Cross-Connect Cord	Not Applicable	1 m (3.3 ft)	Not Applicable	1 m (3.3 ft)	1 m (3.3 ft)
Horizontal Cable	3 m (9.7 ft)	5 m (16.4 ft)	5 m (16.4 ft)	5 m (16.4 ft)	5 m (16.4 ft)
CP Cord	Not Applicable	Not Applicable	5 m (16.4 ft)	5 m (16.4 ft)	Not Applicable
Remote Cross-Connect Cord	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	1 m (3.3 ft)
Remote Equipment Cord/ Work Area Cord	1 m (3.3 ft)	1 m (3.3 ft)	1 m (3.3 ft)	1 m (3.3 ft)	2 m (6.6 ft)

Note: There are no restrictions on bundling with these MGS600/360GS10E/91B Solutions. All channel segments can be combed and bundled.



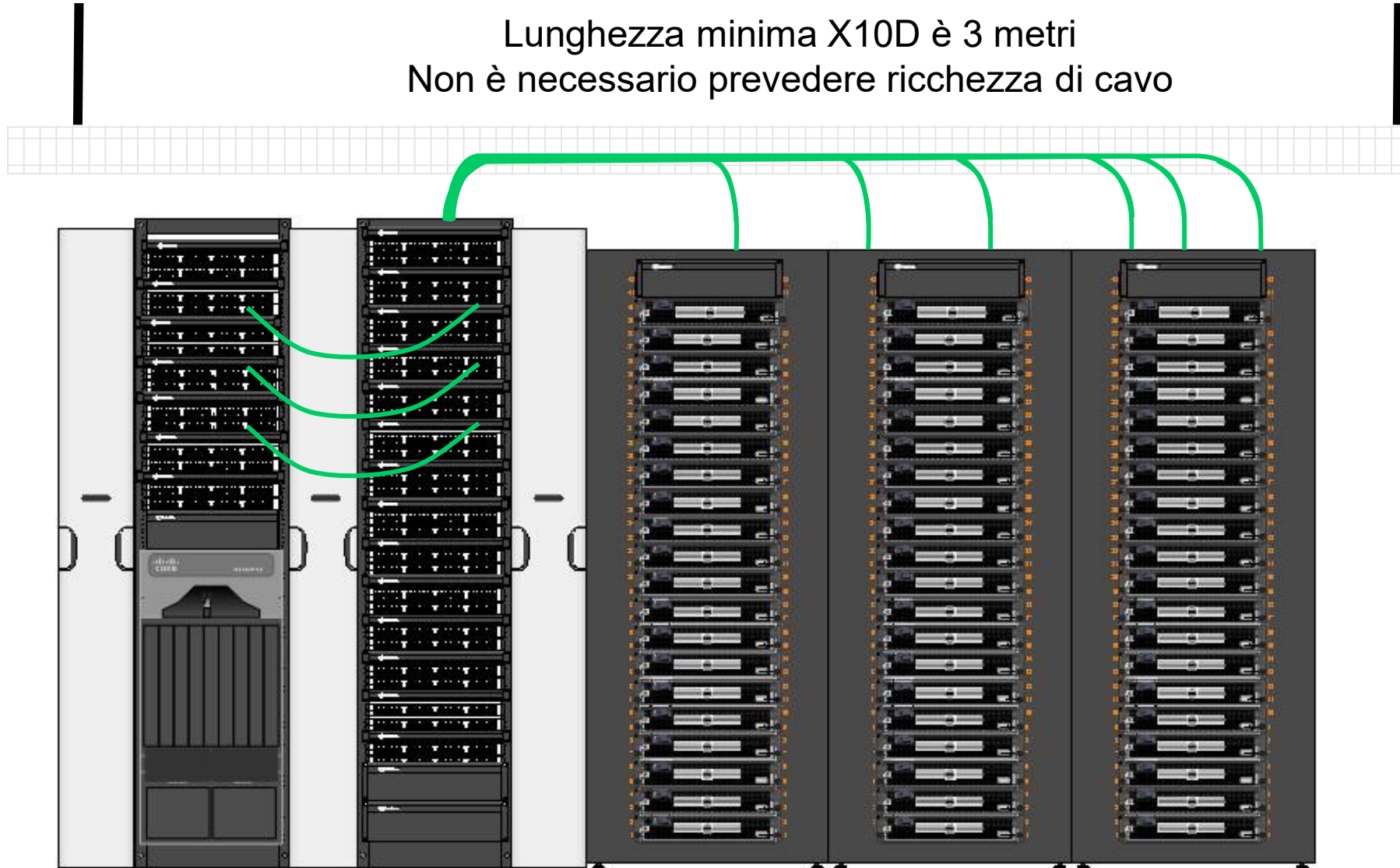
# Standard e canali corti: da server cabinet a switch cabinet

Standard richiede lunghezza minima di 15 metri  
Necessità di gestione ricchezza cavo in caso di canali corti



# GSX10D e canali corti: da server cabinet a switch cabinet

Lunghezza minima X10D è 3 metri  
Non è necessario prevedere ricchezza di cavo



Le prestazioni dichiarate sulle brochure da Vendor X sono realmente garantite ed incluse nella garanzia 25 anni?





# Ma quali prestazioni sono realmente garantite?

██████████ WARRANTY GUIDE

**APPENDIX A --SYSTEM WARRANTY DOCUMENTATION REQUIREMENTS**

In order for the structured cabling system or additional links and/or channels to be eligible for warranty coverage the following documentation must be submitted by the installer to ██████████

Requirements	Typical format or additional explanation of information to be submitted
<p>All test reports</p> <p>A certified passing test report for each link and/or channel must be submitted to and received by ██████████ prior to the date the warranty is issued.</p> <p><b><u>Each certified test report must clearly indicate:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Date the test was conducted.</li><li>2. For fiber installations, a passing test report for each reference cord must be submitted in accordance with the requirements set forth on Exhibit 1 to this Appendix A. See "Testing Requirements for Fiber Links" on Exhibit 1 of this Appendix A.</li><li>3. The designated link and/or channel performance level (i.e. Category 3, Category 5, Class C, Category 5E, Class D, Category 6, Class E, Category 6A, Class Ea., and the link configuration (permanent link or channel).</li><li>4. A link identifier in compliance of ANSI/TIA-606-B and ISO/IEC 14763-2-1..</li><li>5. A "PASS" or "*PASS" test result for the overall test requirements specified in the Commercial Building Telecommunications Cabling Standards for each designated link and/or channel classification.</li><li>6. For fiber installations only, no negative loss values will be accepted as a "PASS" test result.</li><li>7. The installation project name.</li><li>8. The test equipment manufacturer, test equipment model, and test equipment test cord adapter part number.</li></ol> <p>Any link and/or channel, which is not identified in a certified passing test report, is not covered by this warranty.</p>	<p>A certified passing test report is one that has been verified by the Partner.</p> <p>Test reports generated by standard field test equipment must list all necessary performance results as specified in the Commercial Building Telecommunications Cabling Standards for the designated link and/or channel performance level (i.e. Category 3, Category 5, Class C, Category 5E, Class D, Category 6, Class E, Category 6A, Class Ea.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• All information must be uploaded to The Hub and come in the field tester manufacturers' standard file format. Please contact the ██████████ Warranty Department, if you are unsure of the correct file format, ██████████</li><li>• <b><u>Each test report must contain a clear distinct designated permanent link or channel classification (i.e. Category 3, Category 5, Class C, Category 5E, Class D, Category 6, Class E, Category 6A, Class Ea., Multimode or Singlemode. No alternate or added descriptions. An "*" (asterisk) i.e. *Pass preceding a passing test result can be considered acceptable as long as it meets minimum compliance to the cabling standards.</u></b></li><li>• Each optical fiber link test report must include both <u>link loss and length in order to verify compliance to the cabling standards.</u></li></ul>

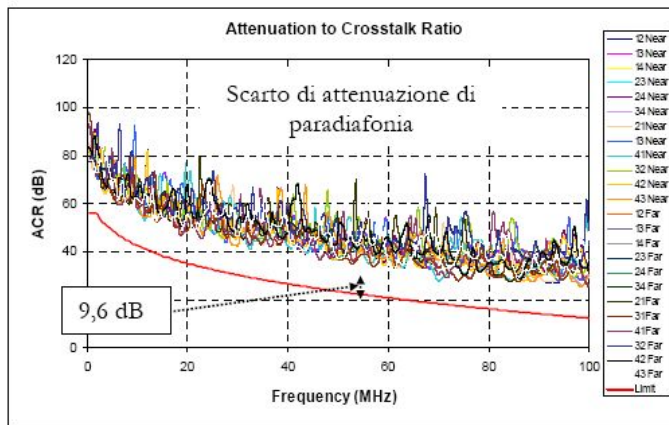
Each test report must contain a clear distinct designated permanent link or channel classification (i.e. Category 3, Category 5, Class C, Category 5E, Class D, Category 6, Class E, Category 6A, Class Ea., Multimode or Singlemode. No alternate or added descriptions. An "\*" (asterisk) i.e. \*Pass preceding a passing test result can be considered acceptable as long as it meets minimum compliance to the cabling standards.

Fonte: documentazione disponibile sul sito di Vendor X: *System Warranty Program – Appendix A: System Warranty Documentation Requirements* (Pagina 4 di 13)

# Margine minimo garantito vs \*Pass

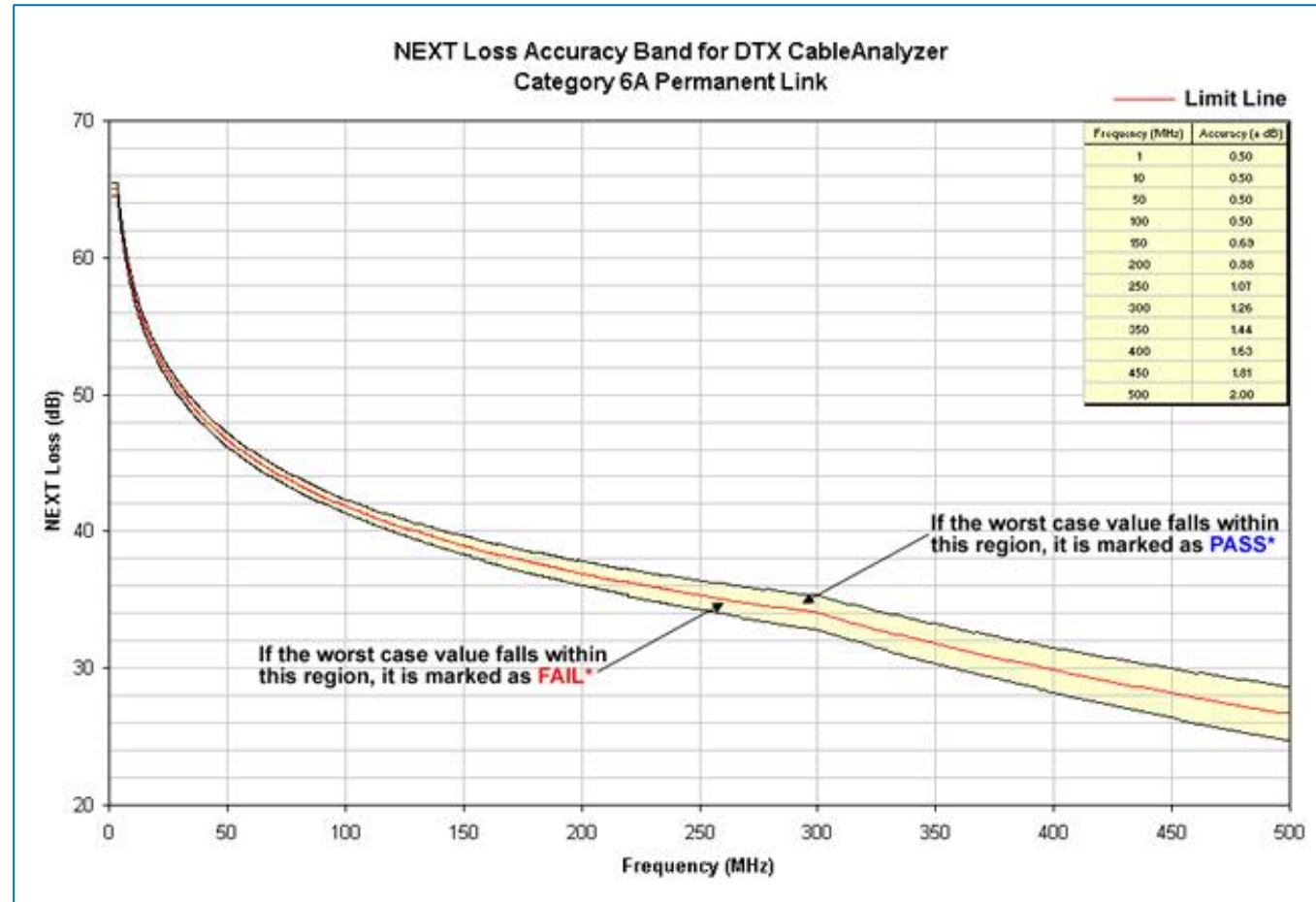


Ministero delle Comunicazioni  
Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione



Il margine minimo nella misura dello scarto di paradiafonia viene espresso in dB, nel grafico è evidenziato il punto significativo nella traccia.

Esempio di valutazione del margine minimo di un parametro trasmissivo



Quindi... cosa viene effettivamente garantito?





# Vendor X: Warranty Guide

██████████ WARRANTY GUIDE

**WARRANTY INFORMATION**

**Introduction**

The ██████████ System Warranty provides customers with the confidence and security of knowing that their cabling system will deliver the performance they expect to meet their long term networking needs.

The program offers a 25-year standards based performance warranty that applies to all registered links and/or channels in an installation. The warranty does not cover active devices used for power, monitoring or control. The program guarantees that these registered links and/or channels will meet minimum performance requirements as specified in the Commercial Building Telecommunications Cabling Standards, which are listed on Appendix C of this Warranty Guide. With this baseline of performance, customers are assured that their cabling system will support current and future networking applications designed to run on their cabling system.

Vendor X nella documentazione (marketing) dichiara dei margini minimi garantiti (*Guaranteed Channel Headroom*), ma la garanzia di 25 anni si basa solo sulla conformità base agli standard

# Vendor Y: 25-year System Warranty

## 3.2 [REDACTED] 25-year system warranty

[REDACTED] warrants for a period of 25 years that the [REDACTED] cabling system installed will meet the values specified in the standards at the time of delivery of the components.

Non vengono garantite le prestazioni ma la conformità agli standard al momento della consegna dei prodotti

# Vendor Z: Lifetime Warranty

All [REDACTED] passive structured cabling systems are warranted to operate flawless according to standard based applications and protocols for the related categories as shown in the relevant sections of ISO/IEC 11801, CENELEC EN 50173 and ANSI/TIA-568-C.

This Warranty is only applicable to the transmission properties and applications of the category and standard to which the channels or links of warranted [REDACTED] structured cabling system were tested to, as indicated in the specific Warranty.  
Updates, modifications and revisions of standards published after the date of testing may not be retroactively applied to this Warranty.

Non vengono garantite le prestazioni ma la conformità agli standard al momento dei test. Non verranno inclusi nuovi standard/applicazioni.

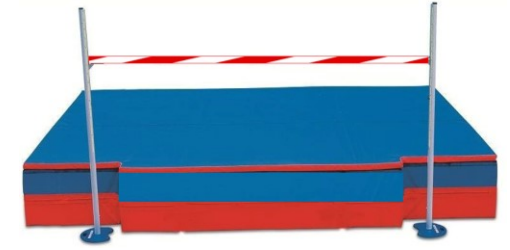
Quindi... cosa permette di garantire le prestazioni, le applicazioni e margini minimi funzionali di un sistema?



# Aereo: prima progetto del 'sistema' poi dei 'componenti'



# Approccio 'sistema' vs 'componenti'



Progettare un sistema per ottenere determinate prestazioni: i componenti sono sviluppati in funzione del risultato finale: certezza funzionamento, GARANZIA margini minimi garantiti!!!

$$A + B + C + D \geq 200 \text{ (conformità allo standard)}$$

$$A + B + C + D \geq 220 \text{ (margine minimo garantito)}$$

Un approccio per componenti non consente di avere la sicurezza del risultato finale: non può essere rilasciata una garanzia a meno che si verifichino particolari condizioni.

$$50_{\pm 5} + 50_{\pm 5} + 50_{\pm 5} + 50_{\pm 5} = ???$$



*NB: In un sistema trasmissivo le prestazioni complessive non corrispondono alla somma matematica dei singoli componenti*



# Cablaggio strutturato: armonia dei componenti end-to-end

*Pres  
Utente*

*Cavo &  
Bretelle*

*Permutatore*



**Canale unico costruttore garantisce prestazioni del sistema**

**Richiedere le prestazioni di canale,  
non dei singoli componenti**

# COMMSCOPE®

## SYSTIMAX®

## NETCONNECT®

## COMPETITORS

<b>Prestazioni RAME</b>	Margini minimi garantiti	Conformità standard	Conformità standard
<b>Pre-terminato RAME</b>	Margini minimi garantiti (InstaPATCH Cu)	Conformità applicazione (MRJ21)	Conformità standard
<b>Presatazioni FIBRA</b>	Margini minimi garantiti	Conformità standard	Conformità standard
<b>Pre-terminato FIBRA</b>	Metodo B / B Enhanced (IP 360 / ULL) Margini Min.	Metodo A (MPOptimate)	Diversi Metodi Prestazioni standard
<b>AIM</b>	imVision > ISO/IEC 18598 <i>(bretelle standard)</i>	NO	Diversi sistemi <i>(bretelle proprietarie)</i>
<b>Soluzioni COMMSCOPE</b>	Powered Fiber Cable CCA connector, MiNo FiberGuide, ERA Ruckus AP/switch, etc.	Powered Fiber Cable CCA connector, MiNo FiberGuide, ERA Ruckus AP/switch, etc.	???
<b>Garanzia</b>	25, prodotti & applicazioni Margini minimi garantiti	25, prodotti & applicazioni Conformità standard	Durata variabile ATTENZIONE a cosa incluso

Grazie per l'attenzione!



COMMSCOPE®

 **Majorano**®

**IT.ANSWER**®

**Per ottenere la documentazione:**

- *Email:* [badiali@commscope.com](mailto:badiali@commscope.com)

- *Tramite il link:*

<https://page.commscope.com/ingegnere.html>