

# IL CABLAGGIO STUTTURATO DEGLI EDIFICI

**Pietro Nicoletti**

**Pietro.Nicoletti@torino.alpcom.it**

**Silvano Gai**

**Silvano.Gai@polito.it**

**<http://www.polito.it/~silvano>**

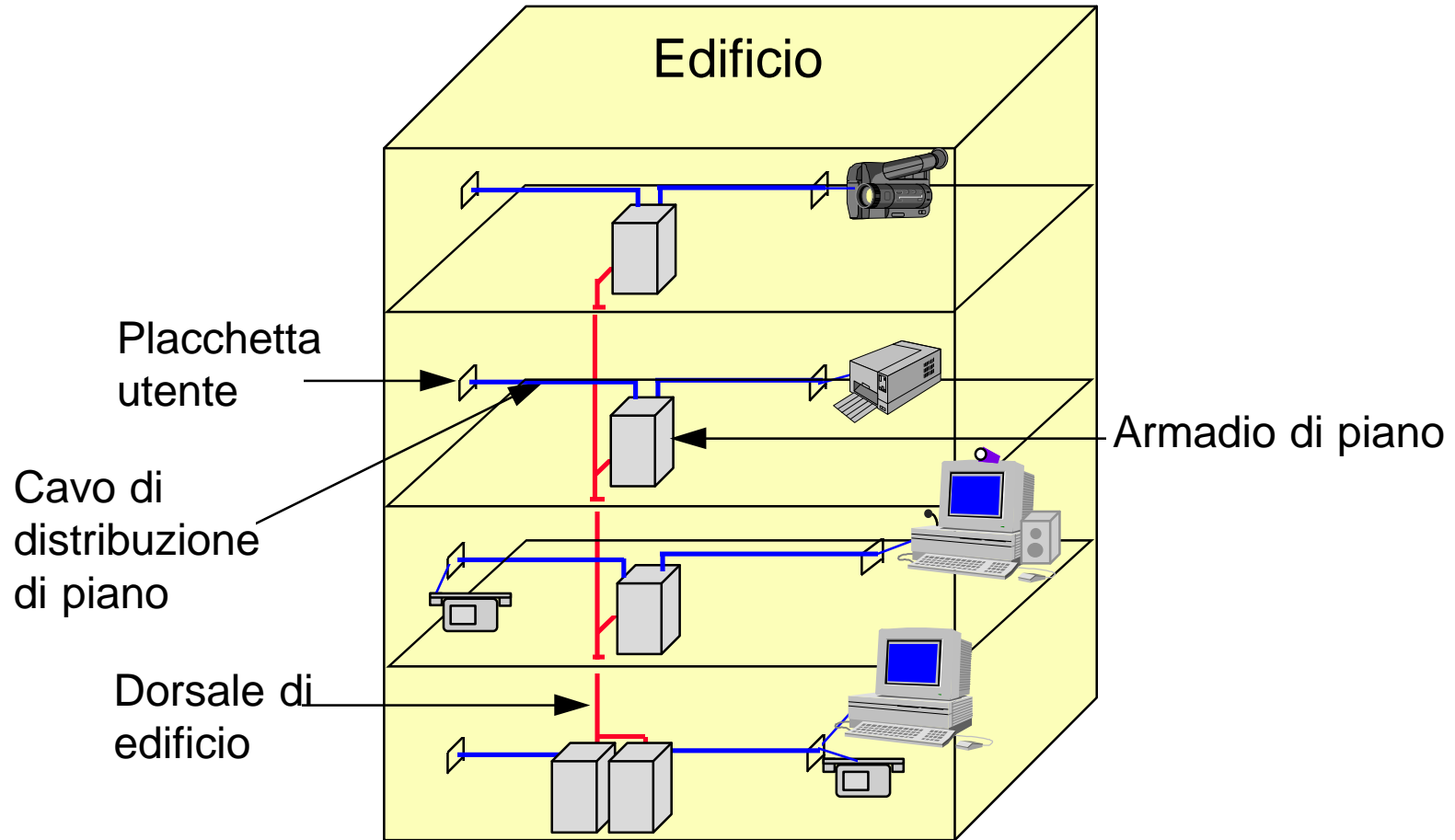
# Nota di Copyright

- 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.

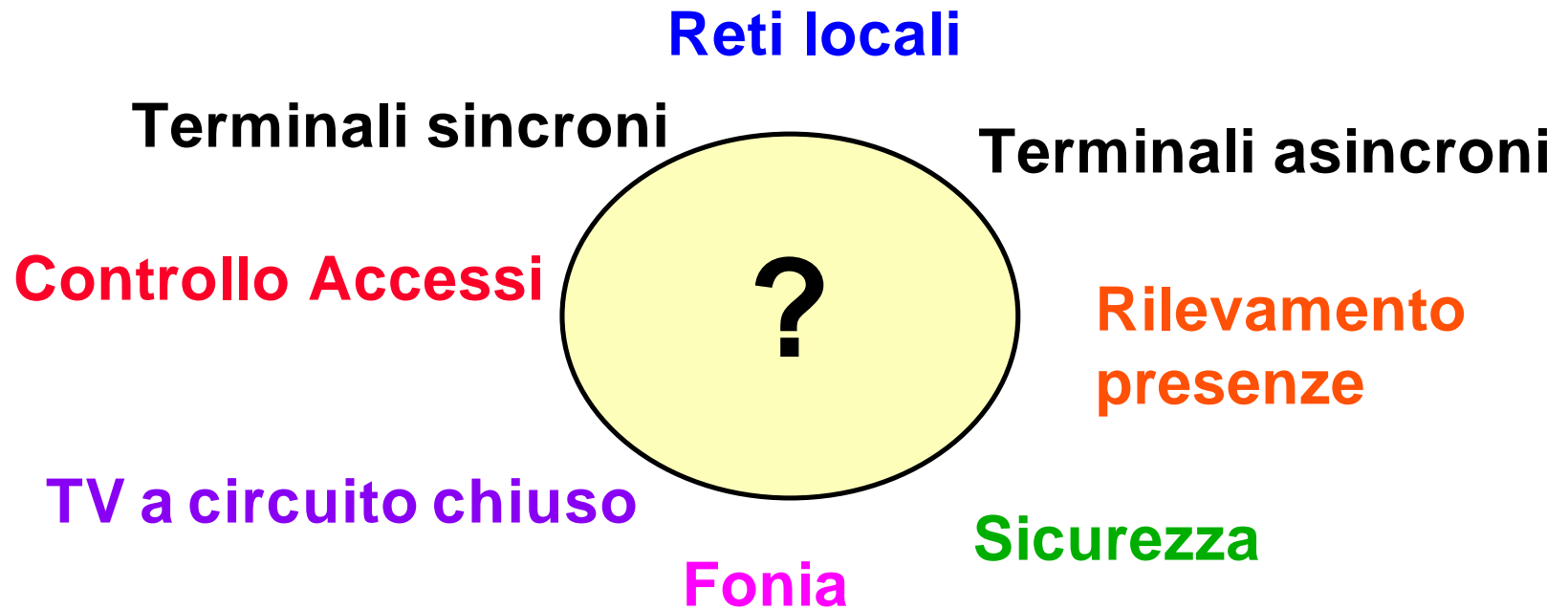
# Cos'è il cablaggio

- Il cablaggio è un insieme di componenti passivi posati in opera:
  - cavi, connettori, prese, permutatori, ecc.
    - opportunamente installati e predisposti per poter interconnettere degli apparati attivi (computer, telefoni, stampanti, monitor, ecc.)
- I sistemi di cablaggio si suddividono in:
  - proprietari:
    - IBM Cabling System, Digital DECconnect, ecc.
  - strutturati (conformi a standard nazionali o internazionali):
    - TIA/EIA 568A, prEN 50173, ISO/IEC IS 11801

# Come è costituito un cablaggio



# Cosa integrare?



# Gli elementi componenti

- Mezzi trasmissivi:
  - cavi in rame e fibre ottiche
- Strutture di permutazione
- Connettori, spine e prese
- Adattatori
- Apparati di protezione elettrica
- Materiali di supporto:
  - cassette, supporti, canaline, armadi, ecc.

# La problematica

- **Necessità di sistemi di cablaggio standard per edifici commerciali è avvertita da associazioni di telecomunicazioni (TIA) e di calcolatori (EIA) nel 1985**
  - nel 1991 approvano lo standard per cablaggio strutturato EIA/TIA 568
- **Il sistema di cablaggio deve essere:**
  - **adatto ad un ambiente multiproduct/multivendor**
  - **indipendente dai prodotti di telecomunicazione che verranno installati**
  - **pensato per essere realizzato contestualmente alla costruzione o ristrutturazione organica di un edificio**

# Quanti e quali standard

- **TIA/EIA 568A standard americano per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:**
  - **approvato nel 1995:**
    - **riprende buona parte delle specifiche contenute nella precedente versione EIA/TIA 568 approvata nel 1991 (attualmente la più conosciuta)**
    - **include e migliora i contenuti dei precedenti bollettini EIA/TIA TSB 36, 40, 53**
- **ISO/IEC IS 11801 standard internazionale per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:**
  - **approvato nel 1995**



# Quanti e quali standard

- **PrEN 50173** bozza di standard europeo derivata da ISO/IEC IS 11801
- **EIA/TIA 569** standard americano:
  - definisce le caratteristiche delle infrastrutture per il cablaggio
- **EIA/TIA 570** standard americano:
  - definisce le specifiche del cablaggio in ambito residenziale
- **TIA/EIA TSB 67** standard americano:
  - stabilisce le modalità di test e certificazione di un cablaggio strutturato

# Contenuti degli standard

- Specifiche minime per il cablaggio di un gruppo di edifici costruiti su un unico appezzamento di suolo privato, detto comprensorio (campus)
- Specificano:
  - mezzi trasmissivi
  - topologie
  - distanze
  - connettori
  - norme per l'installazione
  - norme per il collaudo

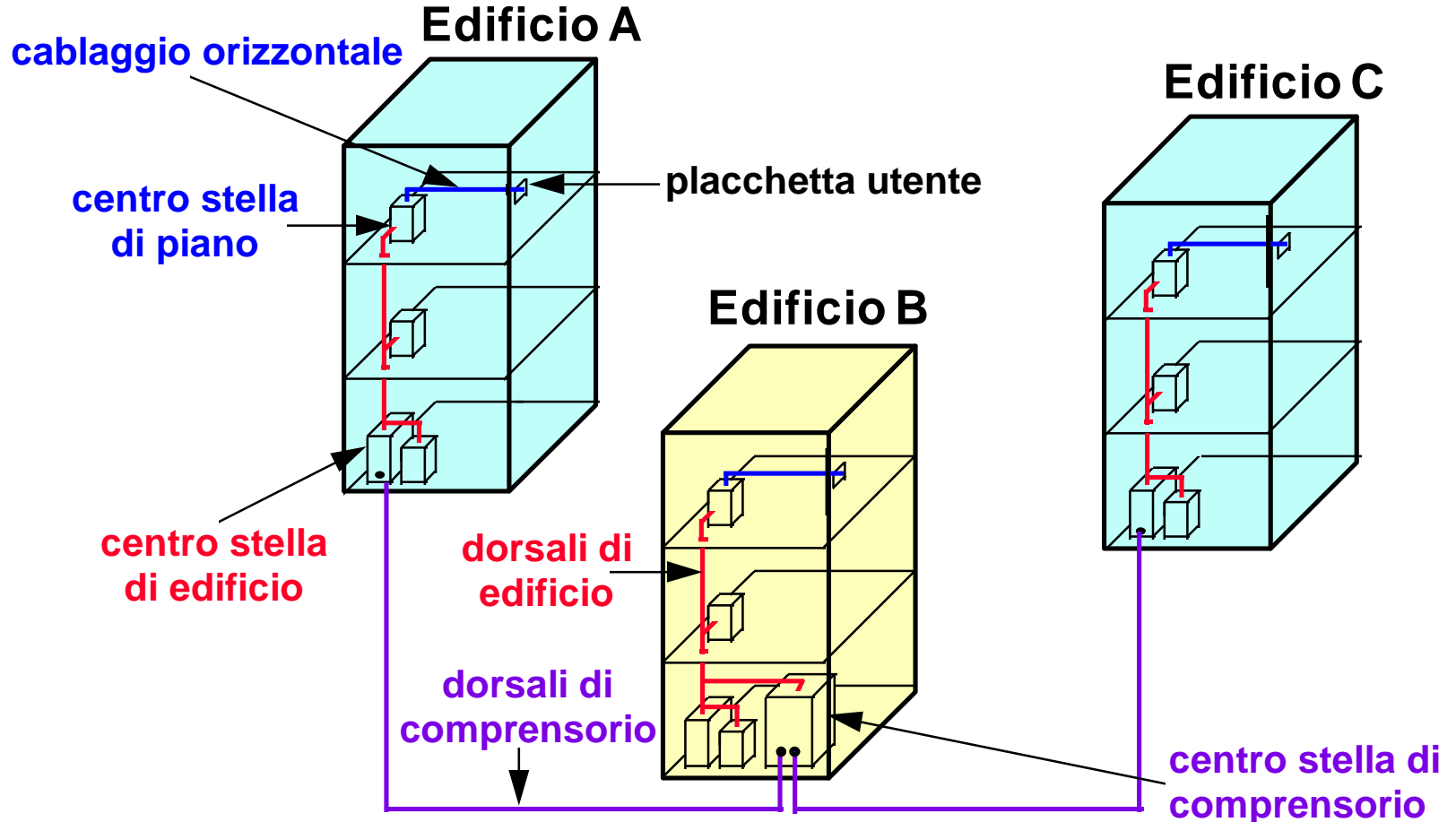
# Scopo degli standard

- Fornire specifiche per la realizzazione di cablaggi aventi un tempo di vita minimo pari a 10 anni
- Essere applicabili ad edifici commerciali di tipo office oriented, con i seguenti limiti:
  - estensione geografica massima 3000 m
  - superficie massima 1.000.000 m<sup>2</sup> di spazio utile per uffici
  - popolazione massima 50.000 utenti

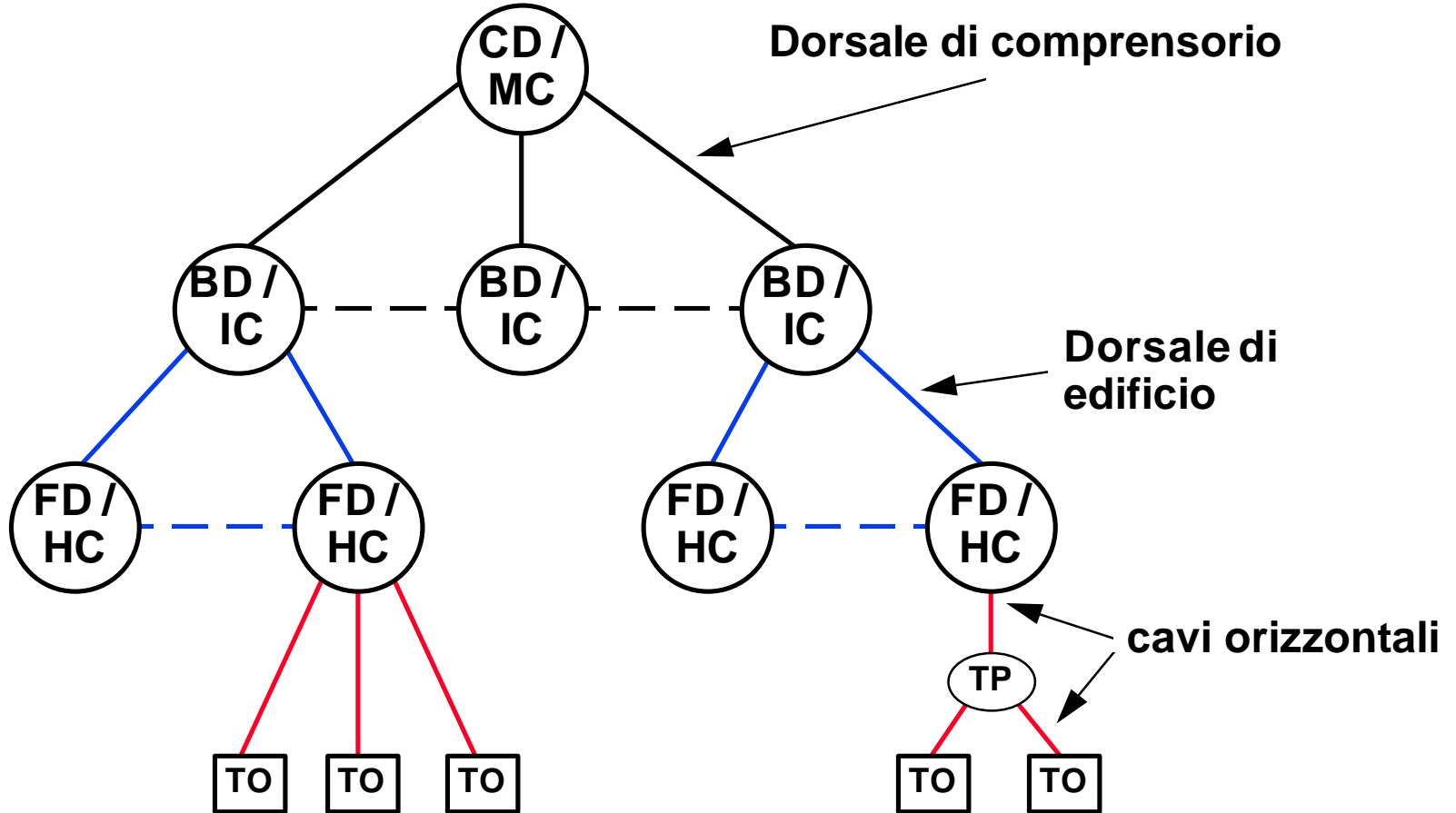
# Topologia di un cablaggio strutturato

- Gli standard TIA/EIA 568A, ISO/IEC IS 11801 adottano la medesima topologia stellare gerarchica costituita da:
  - centro stella di comprensorio (primo livello gerarchico)
  - centro stella di edificio (secondo livello gerarchico)
  - centro stella o armadio di piano (terzo livello gerarchico)

# Topologia di un cablaggio strutturato



# Modello stellare gerarchico



== == == == Cavi opzionali ammessi soltanto da ISO/IEC IS 11801

(TP) Punto di transizione opzionale

# Elementi principali e nomenclatura

## ■ I centri stella gerarchici:

### ■ centro stella di comprensorio:

- Campus Distributor (CD), termine ISO/IEC
- Main Cross Connect (MC), termine TIA/EIA

### ■ centro stella di edificio:

- Building Distributor (BD), termine ISO/IEC
- Intermediate Cross Connect (IC), termine TIA/EIA

### ■ centro stella di piano:

- Floor Distributor (FD), termine ISO/IEC
- Horizontal Cross Connect (HC), termine TIA/EIA

# Elementi principali e nomenclatura

## ■ Dorsale di comprensorio:

- interconnette il centro stella di comprensorio ai centro stella di edificio
  - Campus Backbone; termine ISO/IEC
  - Interbuilding Backbone; termine TIA/EIA

## ■ Dorsale di edificio:

- interconnette il centro stella di edificio ai centro stella di piano
  - Building Backbone; termine ISO/IEC
  - Intrabuilding Backbone; termine TIA/EIA



# Elementi principali e nomenclatura

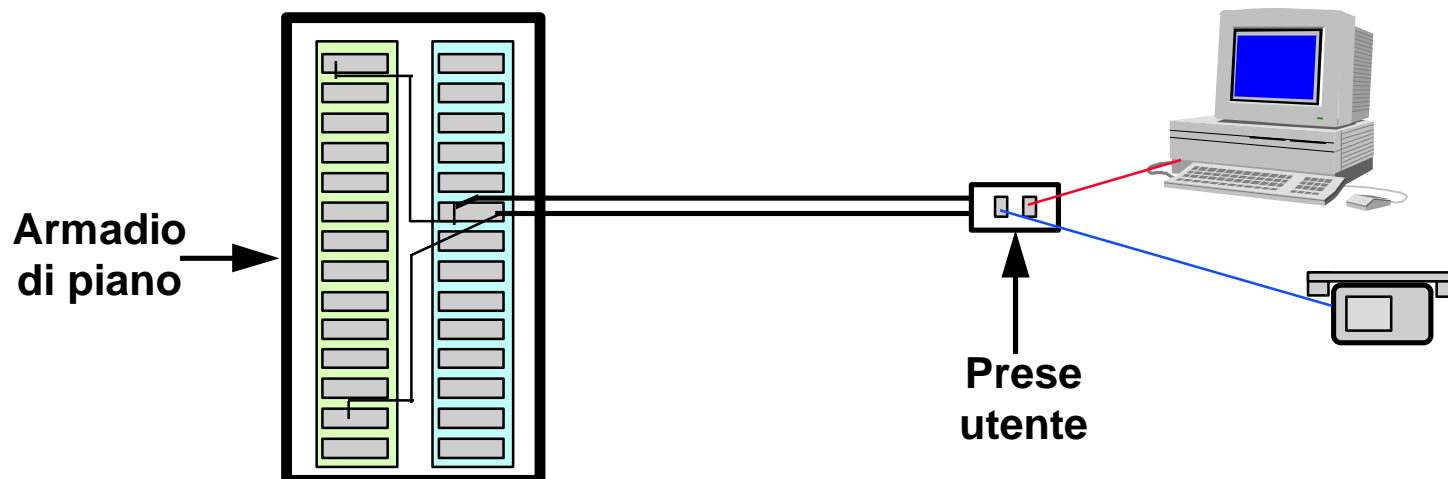
## ■ L'armadio di piano:

- Telecommunication Closet (TC)

## ■ La presa utente:

- Telecommunication Outlet (TO)

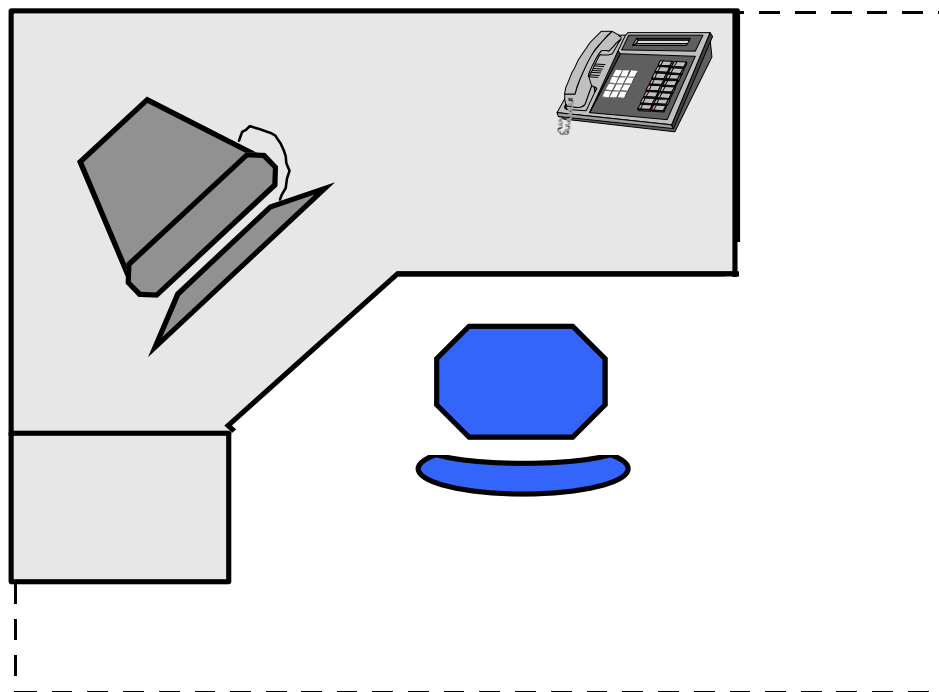
- RJ45 per cavi a 4 coppie
- Ermafrodita 802.5 per cavi 2 coppie STP
- SC per fibra ottica



# Elementi principali e nomenclatura

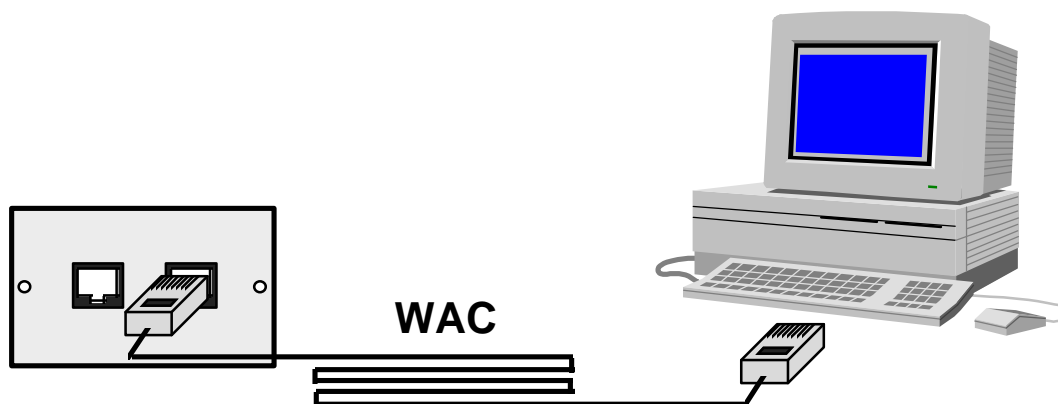
## ■ Il posto di lavoro:

- Work Area (WA)
- servito da almeno due prese utente



# Elementi principali e nomenclatura

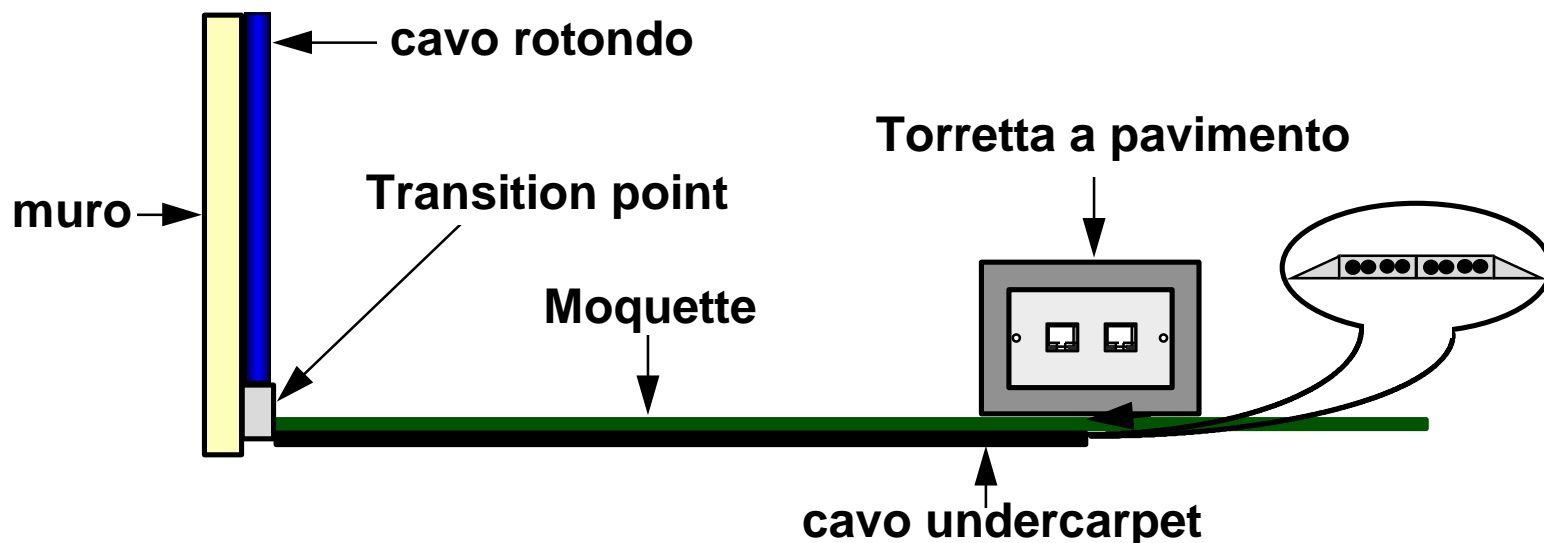
- Cavetto di interconnessione tra la presa e il posto di lavoro:
  - Work Area Cable (WAC)
- Cavetto di connessione tra l'apparato attivo e il permutatore (all'interno dell'armadio)
  - Equipment Cable (EC):



# Elementi opzionali e nomenclatura

## ■ Punto di transizione del cablaggio orizzontale:

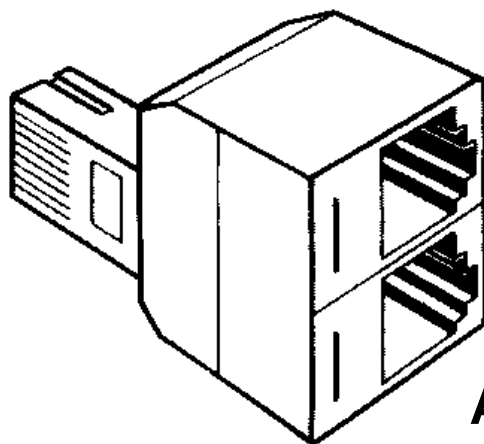
- Transition Point (TP)
- punto di transizione in cui un cavo rotondo viene connesso con un cavo undercarpet



# Elementi opzionali e nomenclatura

## ■ Adattatori

- passivi: balun, cavi di adattamento per diverse tipologie di connettori, media filter, derivatori ad "Y", ecc.
- attivi: minimodem, RS232-RS423, ecc.



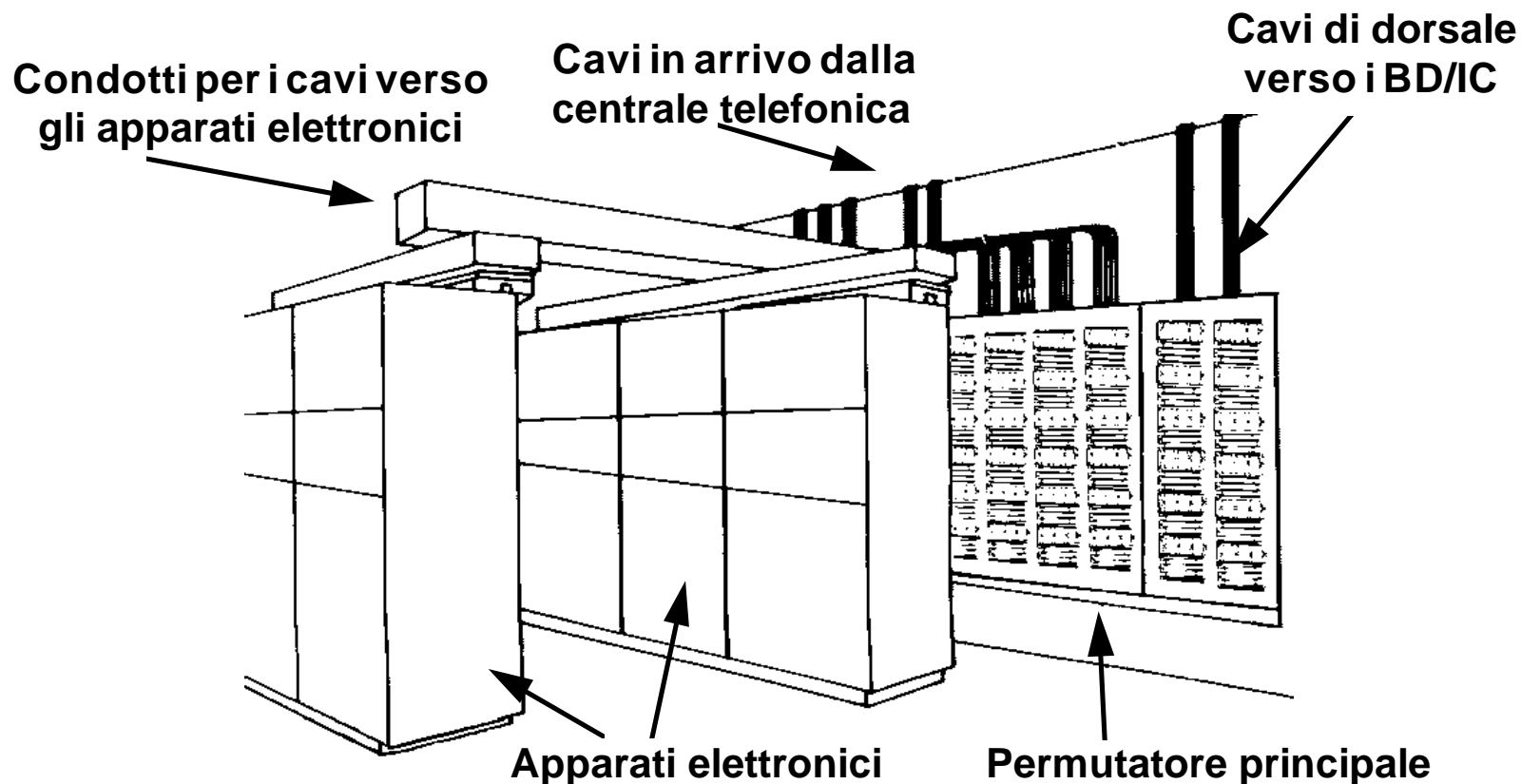
Adattatore ad "Y"

# Elementi principali e nomenclatura

- **Locale tecnico: contiene gli apparati attivi ed i sistemi di permutazione**
  - **Equipment Room (ER)**
  - **si distingue dal Telecommunication Closet per la maggiore complessità degli apparati ivi contenuti**
  - **tutte le funzioni di un TC possono essere fornite dal ER**
  - **un edificio deve avere almeno un TC oppure una ER**

# Elementi principali e nomenclatura

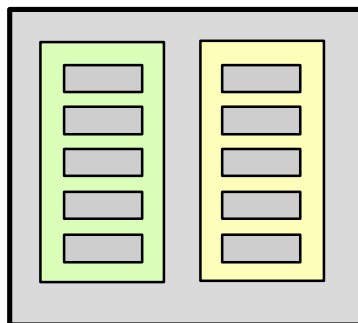
- Esempio di locale tecnico di un centro stella di comprensorio (CD o MC)



# Elementi principali e nomenclatura

## ■ Pannello di permutazione:

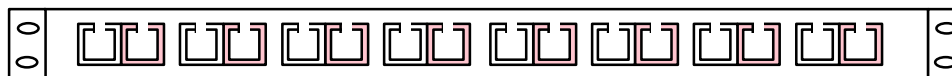
- patch panel
- il pannello di permutazione può essere di 2 tipi:
  - pannello di permutazione per cavi rame
  - pannello di permutazione per le fibre ottiche



Pannello con  
permutatore  
telefonico



Pannello per cavi UTP con 16 RJ45



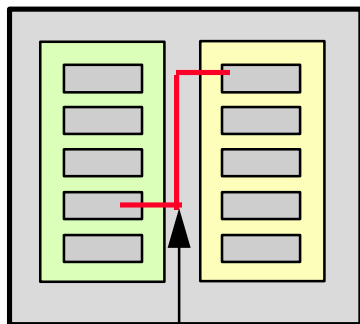
Pannello per fibre ottiche con 16 conn. SC



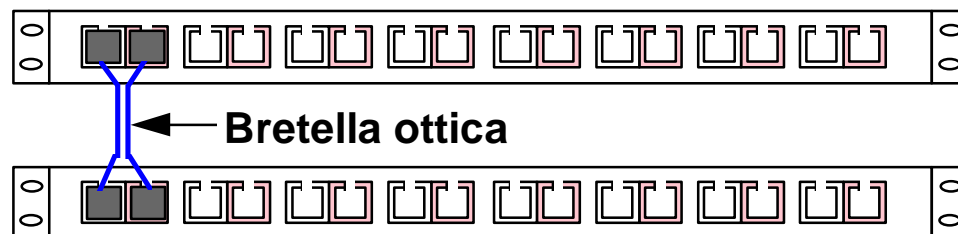
# Elementi principali e nomenclatura

## ■ cavetto di permutazione:

- patch cord
- serve per effettuare le permutazioni tra cavi entranti e cavi uscenti
- può essere di due tipi:
  - in cavo rame
  - in fibra ottica e viene chiamato “bretella ottica”



Cavetto di permutazione



# Elementi principali e nomenclatura

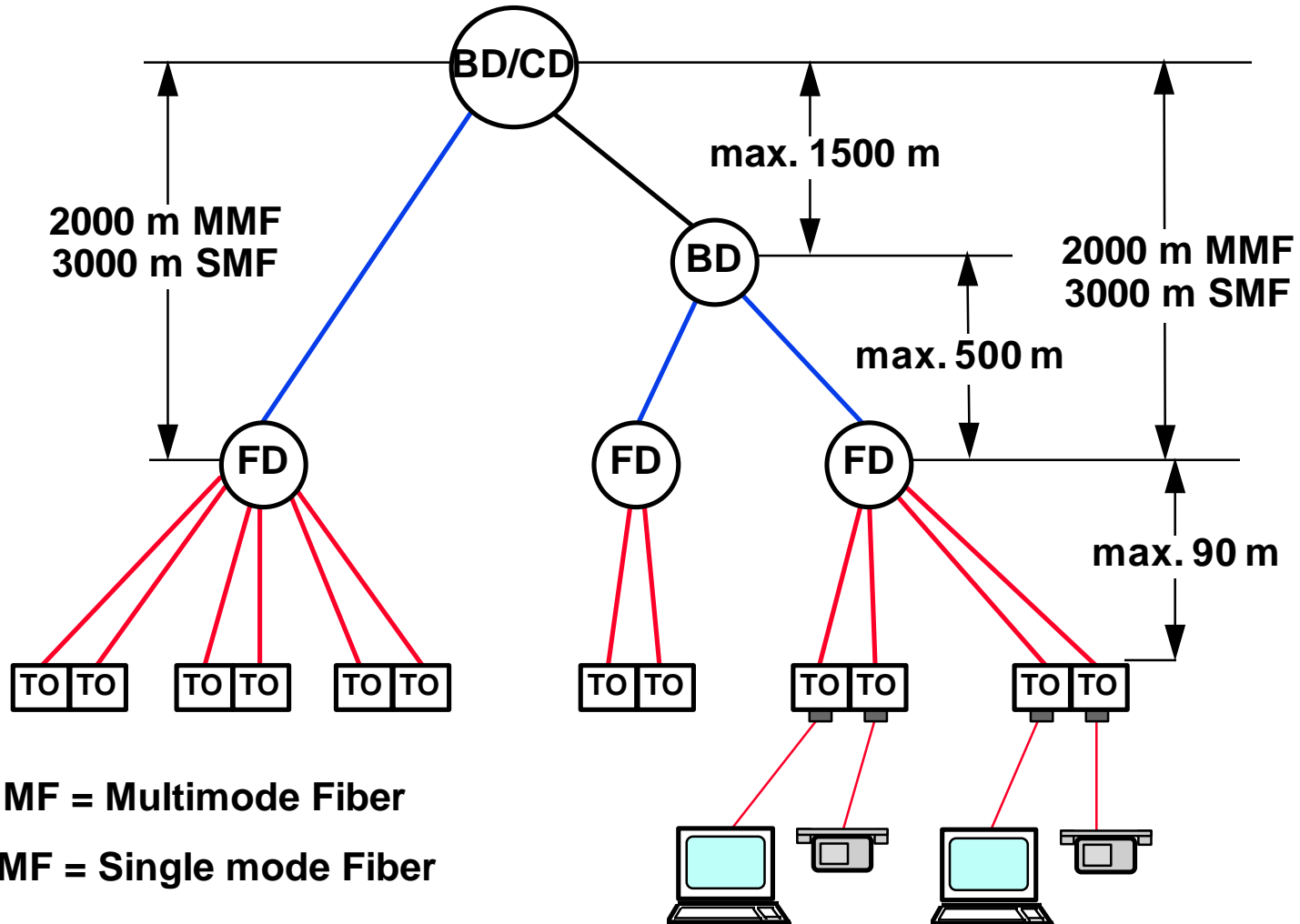
## ■ Permutatore:

- cross-connect
- è costituito da due parti dove vengono terminati i cavi entranti e quelli uscenti:
  - si possono effettuare per esempio delle permutazioni tra dorsali di edificio (cavi entranti) e distribuzione di piano (cavi uscenti)

## ■ Interbuilding Entrance Facility (EF):

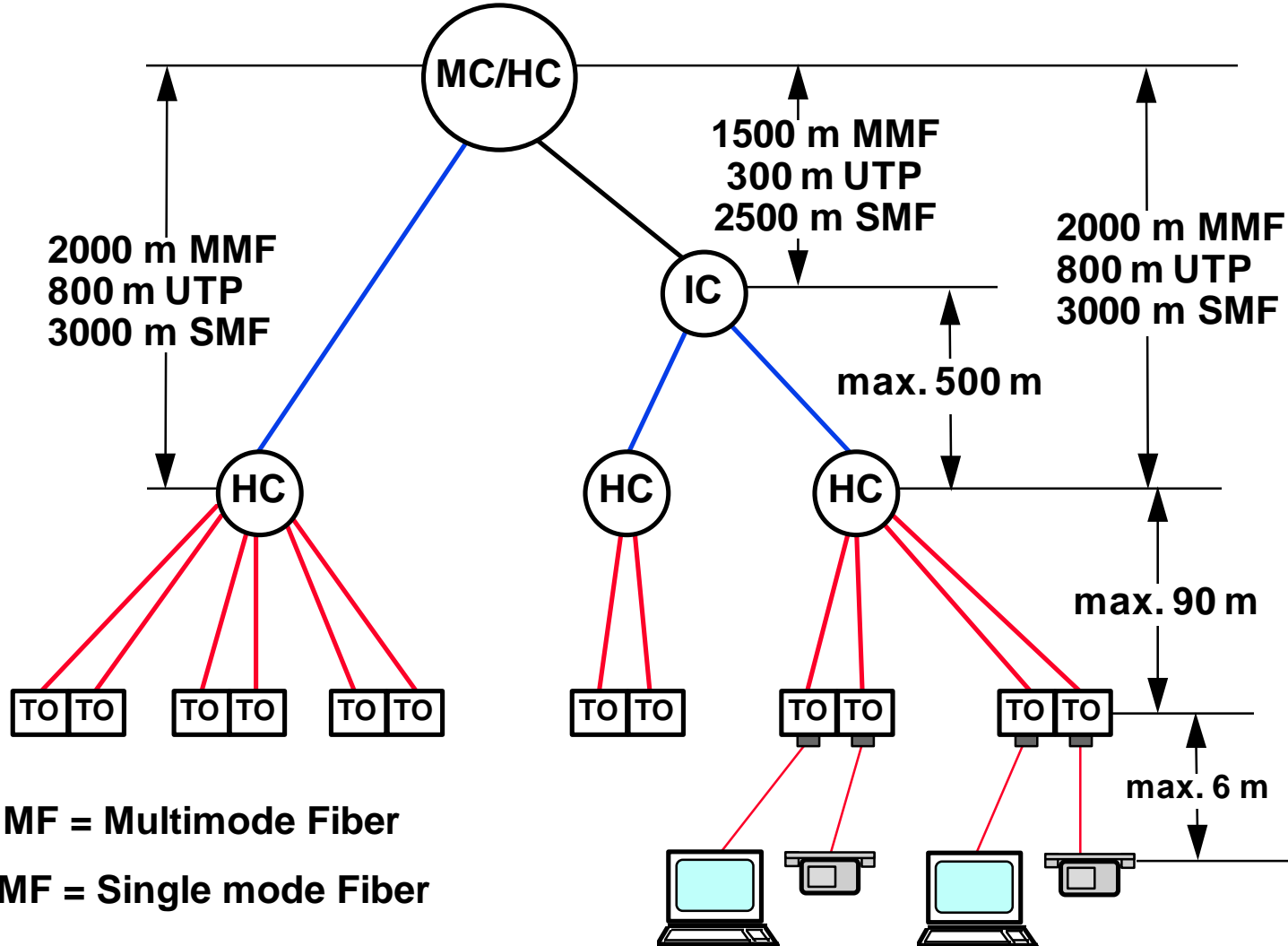
- realizza le connessioni tra l'Interbuilding Backbone e l'Intrabuilding Backbone provvedendo alle necessarie protezioni elettriche (scaricatori) per i cavi rame

# Limiti di distanze ISO/IEC IS 11801



**MMF = Multimode Fiber**  
**SMF = Single mode Fiber**

# Limiti di distanze TIA/EIA 568A



# Dorsali

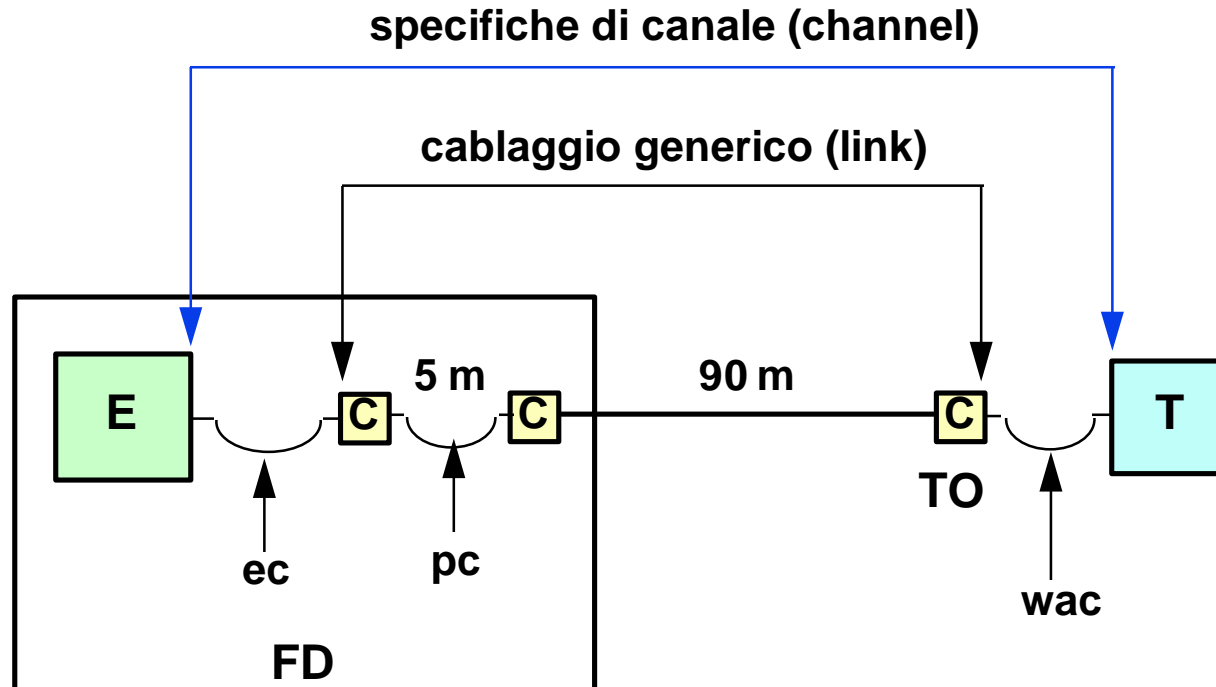
## ■ ISO/IEC 11801

- cavi multicoppie schermati e non schermati
  - impedenza 100  $\Omega$  o 120  $\Omega$
- fibra ottica multimodale 62.5/125  $\mu\text{m}$
- fibra ottica monomodale
- cavi STP
  - impedenza 150  $\Omega$

## ■ TIA/EIA 568A

- cavi multicoppie UTP 100  $\Omega$
- fibra ottica multimodale 62.5/125  $\mu\text{m}$
- fibra ottica monomodale

# Cablaggio orizzontale ISO/IEC



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

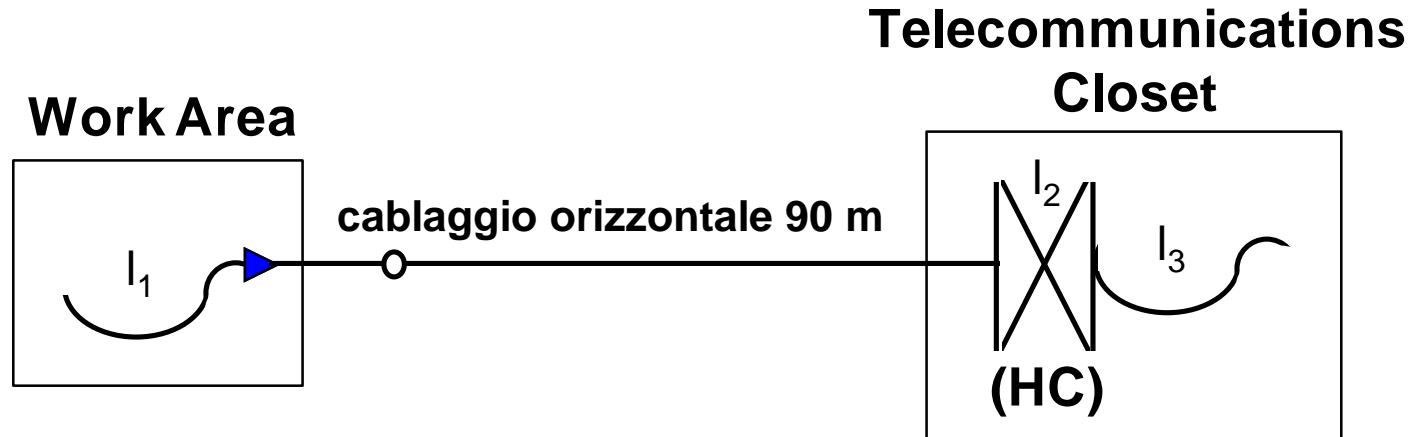
ec equipment cable  
 pc patch cord  
 wac work area cable

$ec + pc + wac \leq 10 \text{ m}$

# Cablaggio orizzontale: ISO/IEC

- I cavi che servono un posto di lavoro (WA) devono essere:
  - il primo
    - cavo 4 coppie di cat. 3 o superiore a 100 o 120Ω
  - il secondo:
    - cavo 4 coppie di cat. 5 a 100Ω o a 120 Ω
    - cavo 2 coppie STP a 150Ω
    - cavo con 2 fibre ottiche multimodali 62.5/125μm
  - la presa deve avere delle targhette visibili esternamente per l'identificazione dei cavi

# Cablaggio orizzontale TIA/EIA



$$l_1 + l_2 + l_3 = 10 \text{ m}$$

- ✕ = cross-connect
- ▶ = telecommunication outlet
- = transition point

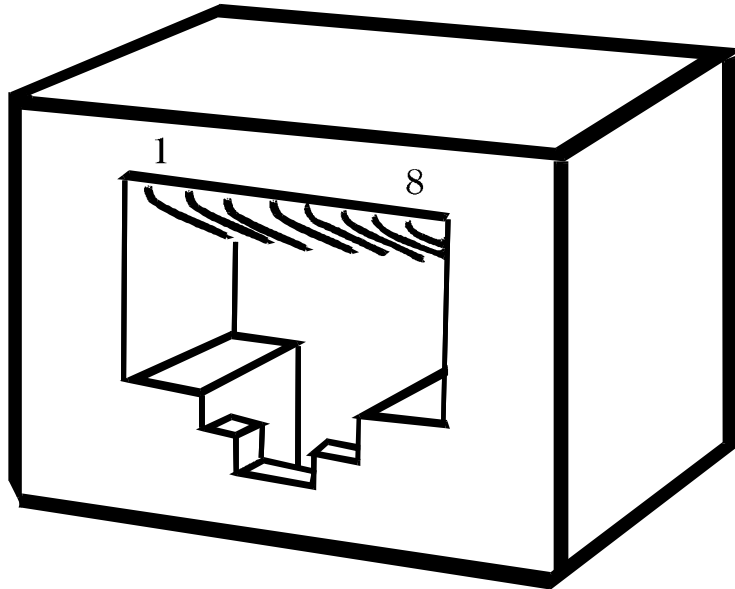
- $l_1$  = work area cable
- $l_2$  = patch cord
- $l_3$  = equipment cable



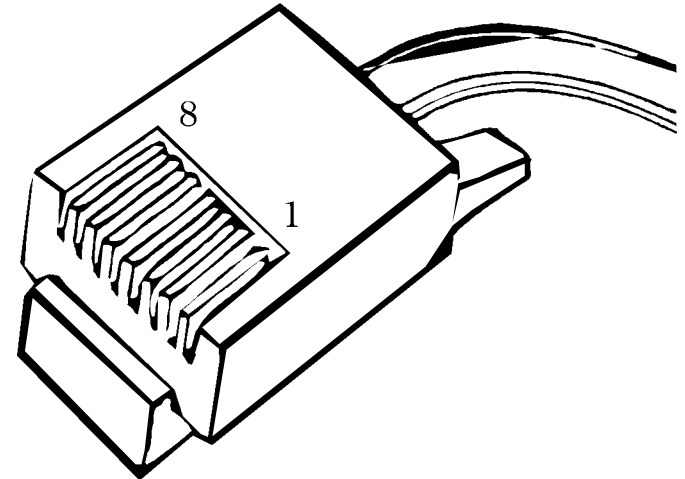
# Cablaggio orizzontale: TIA/EIA

- I cavi che servono un posto di lavoro (WA) devono essere:
  - il primo
    - cavo 4 coppie UTP di cat. 3 o superiore a  $100\Omega$
  - il secondo:
    - cavo 4 coppie UTP di cat. 5 a  $100\Omega$
    - cavo 2 coppie STP-A a  $150\Omega$
    - cavo con 2 fibre ottiche multimodali 62.5/125 $\mu\text{m}$
  - la presa deve avere delle targhette visibili esternamente per l'identificazione dei cavi

# RJ45: prese e connettori



**Presa Femmina da parete**

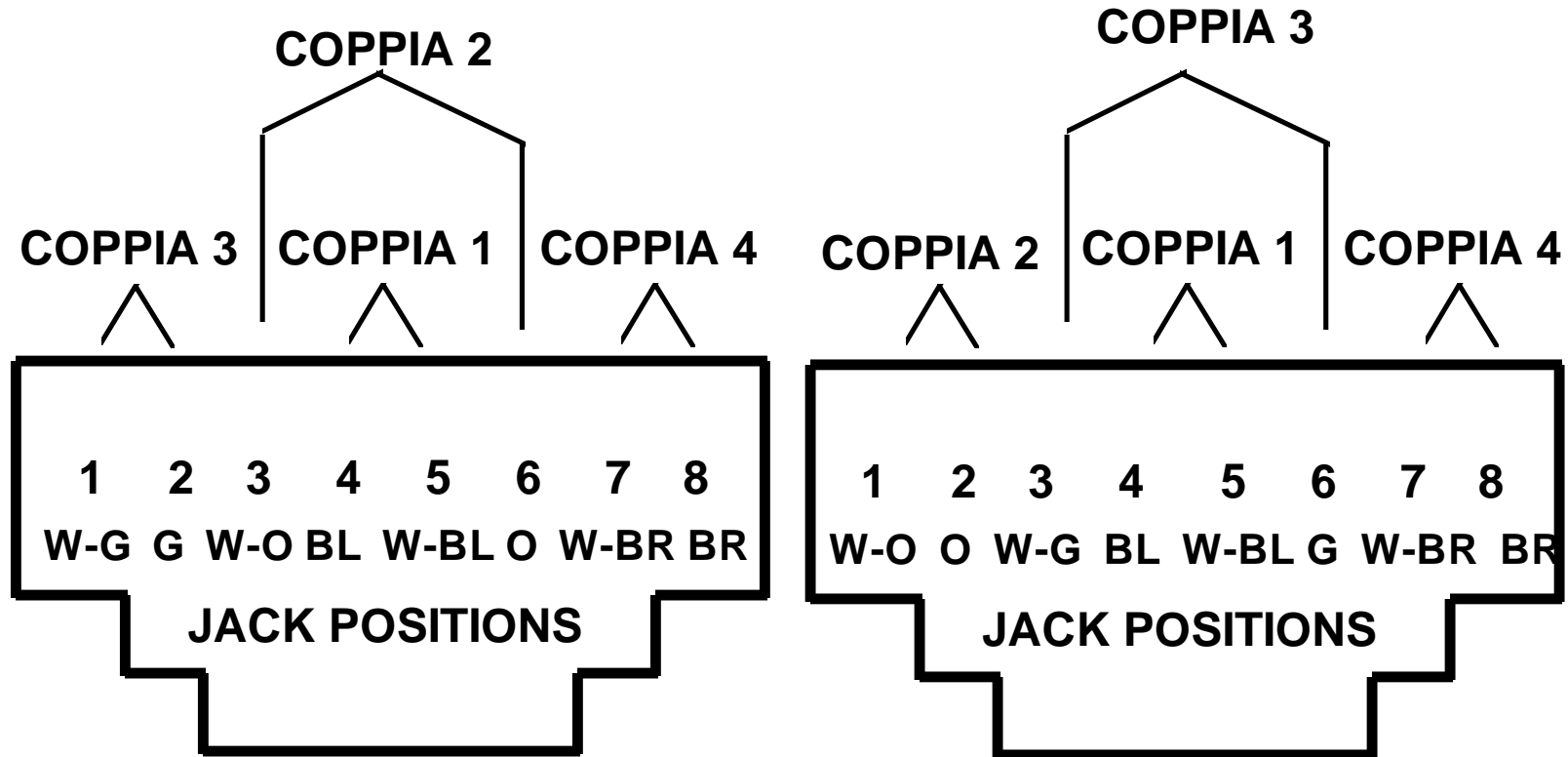


**Spinotto (plug) maschio volante**

# TIA/EIA: assegnazione coppie

**PREFERITA (T568A)**

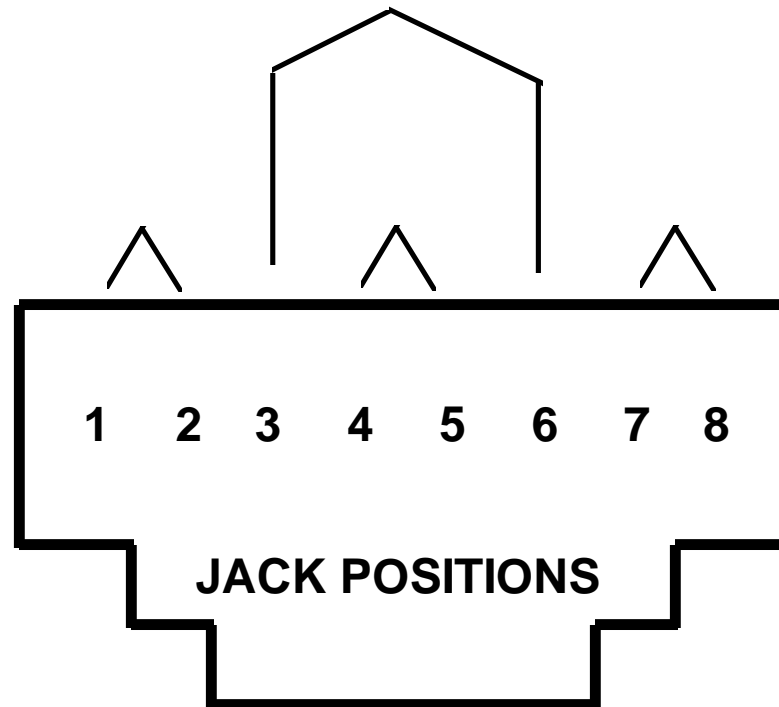
**ALTERNATIVA (T568B)**



**Vista frontale del connettore**

# ISO/IEC: assegnazione coppie

- Definisce la disposizione delle coppie sulla presa RJ45, ma non i colori



# Altri connettori

## ■ STP 150 $\Omega$ :

- si deve usare il connettore IEEE 802.5 che è un connettore ermafrodita (due unità identiche possono essere collegate ruotandole di 180 gradi)

## ■ Fibra Ottica:

- è ammesso soltanto il connettore SC
- il connettore ST viene ammesso soltanto nei casi di cablaggi già esistenti
- sono ammesse le giunzioni tramite splices o altro con attenuazione massima di 0.3 dB

# TIA/EIA: doppiini da 100Ω

- Impedenza 100Ω

- 4 coppie 24 AWG così colorate:

- coppia 1: Bianco-Blue (W-BL) e Blue (BL)
- coppia 2: Bianco-Arancio (W-O) e Arancio (O)
- coppia 3: Bianco-Verde (W-G) e Verde (G)
- coppia 4: Bianco-Marrone (W-BR) e Marrone (BR)

- Diametro del cavo minore di 6.35 mm

## ISO/IEC: doppini a 100 e 120Ω

- Ammette l'utilizzo di doppini a 4 coppie da 100 e 120Ω di schermati e non schermati
- Non definisce i codici colore delle coppie
  - demanda alle normative dei singoli paesi la definizione del codice colori
  - l'unica nazione ad avere un codice colore diverso da quanto definito nello standard TIA/EIA 568A è la Francia
- Diametro del cavo minore di 6.5 mm

# Attenuazione del connecting hw

- Con il termine connecting hardware si indica l'insieme presa-connettore

Caratteristiche del connecting hardware			Categoria del connecting hardware		
Caratteristiche Elettriche	Unità di Misura	MHz	3	4	5
Attenuazione massima ammessa	dB	1	0.4	0.1	0.1
		4	0.4	0.1	0.1
		8	0.4	0.1	0.1
		10	0.4	0.1	0.1
		16	0.4	0.2	0.2
		20	-	0.2	0.2
		25	-	-	0.2
		31.25	-	-	0.2
		62.5	-	-	0.3
100	-	-	0.4		



# Diafonia del connecting hw

Caratteristiche del connecting hardware			Categoria del connecting hardware		
Caratteristiche Elettriche	Unità di Misura	MHz	3	4	5
Near End Crosstalk (NEXT), minimo valore ammesso	dB	1	58	>65	>65
		4	46	58	>65
		8	40	52	62
		10	38	50	60
		16	34	46	56
		20	-	44	54
		25	-	-	52
		31.25	-	-	50
		62.5	-	-	44
		100	-	-	40

# Principali norme d'installazione

- **Massima tensione di tiro ammessa 110 N (11.3 Kg) per prevenire la stiratura delle coppie**
- **Parte del cavo non ritorta sulla terminazione:**
  - categoria 4 ammette un massimo di 25 mm
  - categoria 5 ammette un massimo di 13 mm
- **Tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore**
- **La distanza minima con eventuali cavi di alimentazione che corrono paralleli è di 15 cm**

# ISO/IEC: classi di connessione

- Le classi di connessione sono utili per la certificazione dei cablaggi in rame:
  - classe A per applicazioni voce e a bassa velocità che richiedono test fino a 100 KHz
  - classe B per applicazioni a media velocità che richiedono test fino a 1 MHz
  - classe C per applicazioni ad alta velocità che richiedono test fino a 16 MHz
  - classe D per applicazioni per applicazioni ad altissima velocità che richiedono test fino a 100 MHz
- La certificazione della fibra ottica è trattata separatamente

# ISO/IEC: attenuazione di un 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: NEXT di un 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

# ACR

- **ACR: Attenuation to Cross-talk Ratio**
- **L'ACR si misura in dB e si calcola come:**
  - **ACR =  $\alpha_N$  -  $\alpha$ , dove:**
    - $\alpha_N$  è il valore di attenuazione di diafonia del link
    - $\alpha$  è il valore di attenuazione del link
- **Si sceglie la combinazione di coppie che fornisce il peggior valore di  $\alpha_N$**

# ISO/IEC: ACR del link

- Lo standard prevede, per le connessioni di classe D, i valori riportati nella tabella

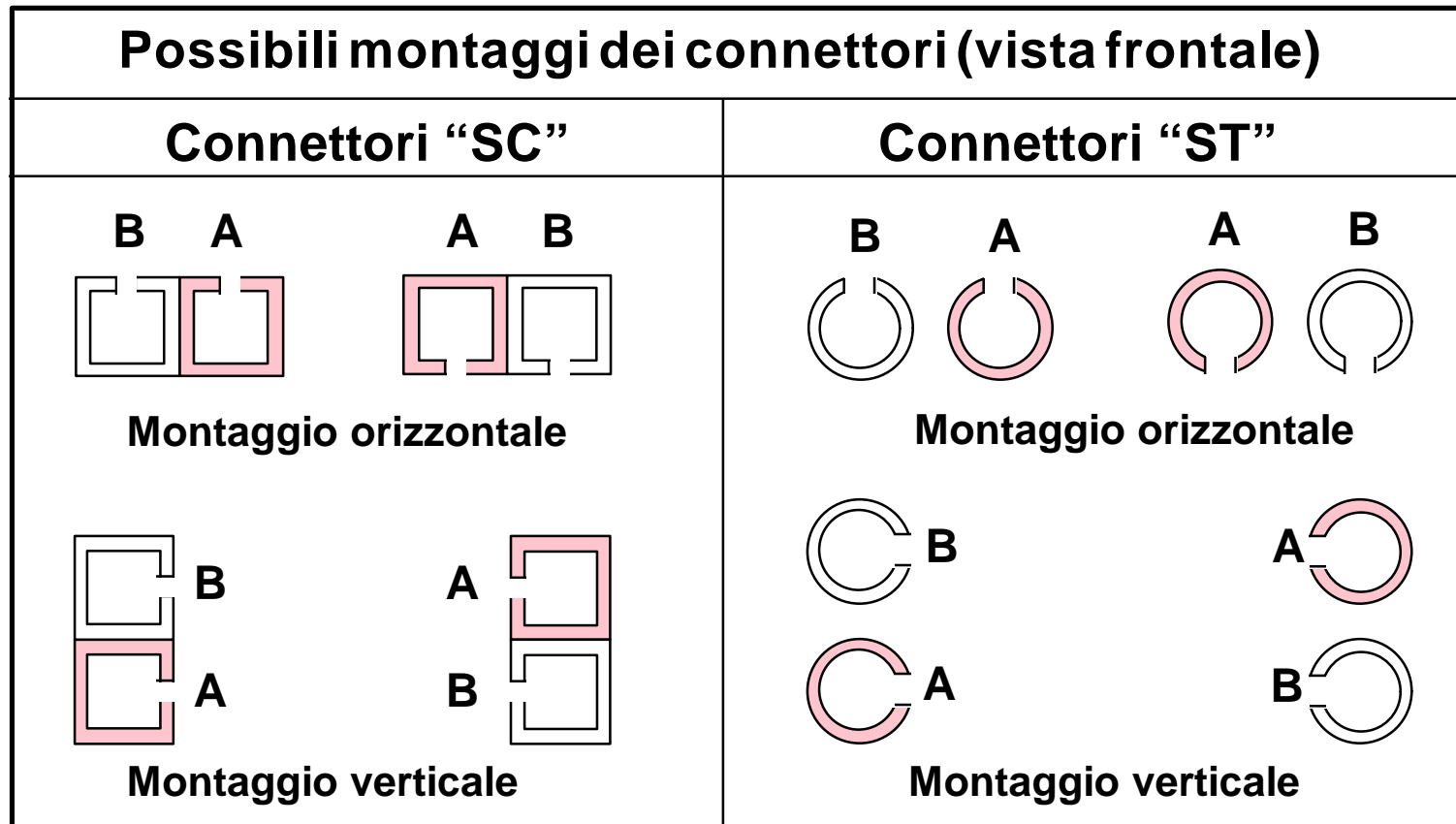
Frequenza MHz	ACR minimo dB
1	-
4	40
10	35
16	30
20	28
31.25	23
62.5	13
100	4

## ISO/IEC: schermo e messa a terra

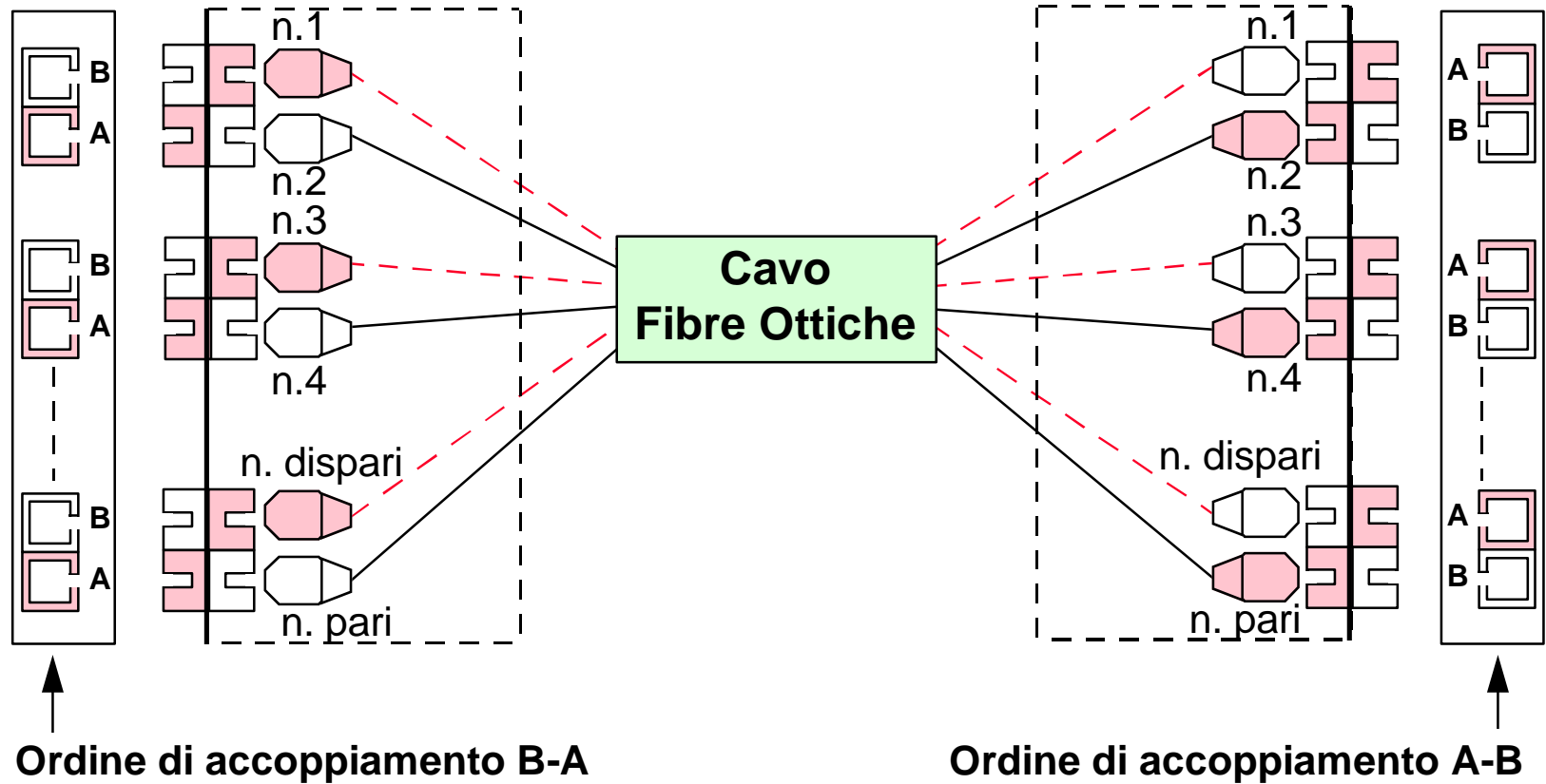
- Gli armadi vanno collegati all'impianto di terra dell'edificio
- Gli schermi dei cavi vanno collegati alla terra nell'armadio di piano
- Bisogna garantire una continuità elettrica dello schermo dei cavi lungo tutto il percorso
- L'impianto di terra deve garantire una differenza di potenziale inferiore a 1V r.m.s. tra due punti qualunque di connessione
  - in caso contrario bisogna usare la fibra ottica per evitare i rischi di elevata corrente lungo lo schermo



# TIA/EIA 568A: connettori fibra



# TIA/EIA 568A: terminazione fibra



# TIA/EIA 568A: cablaggio fibra

