


IL CABLAGGIO STRUTTURATO DEGLI EDIFICI

Pietro Nicoletti
Silvano Gai





Nota di Copyright

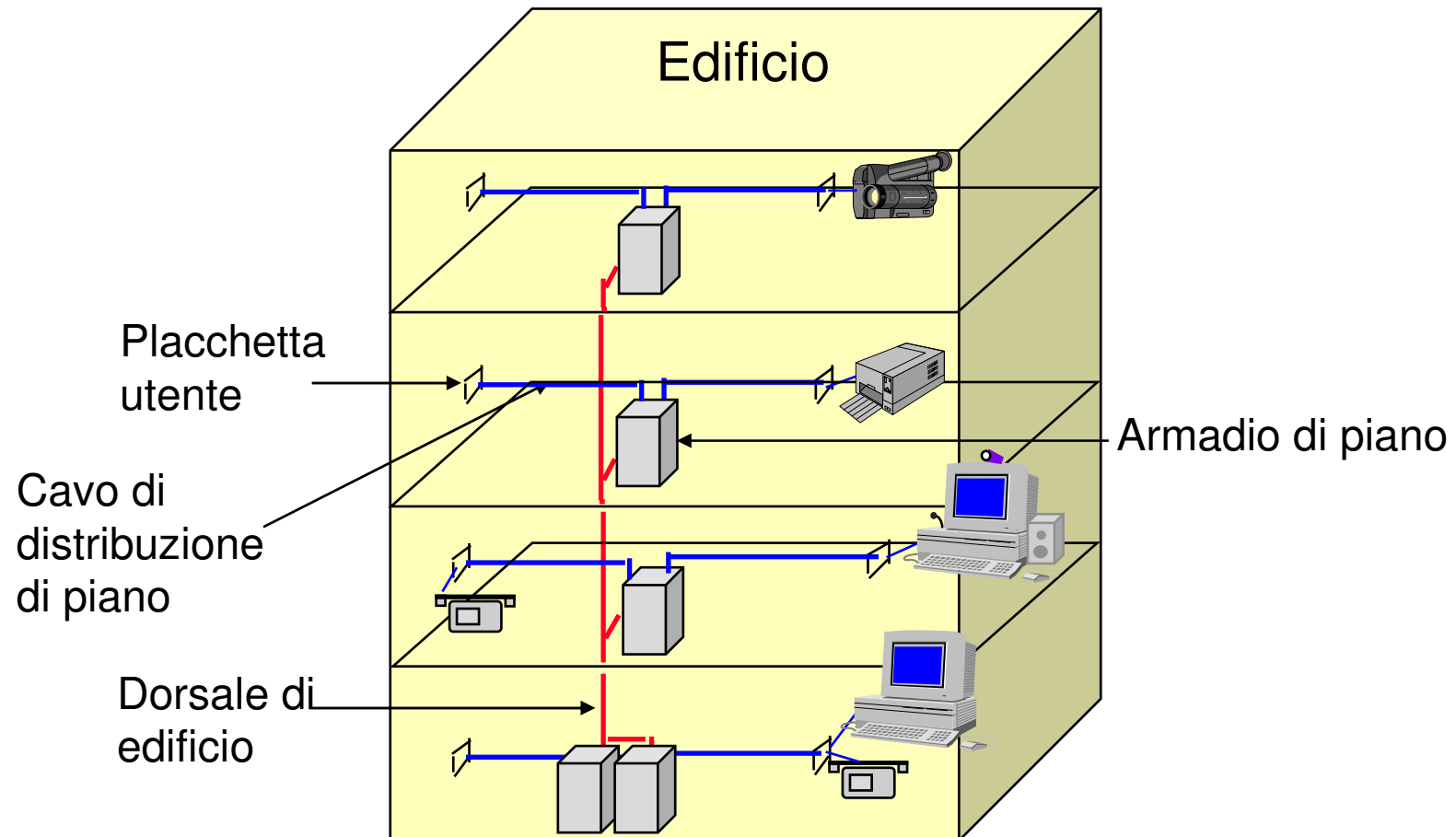
- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono 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.
- 



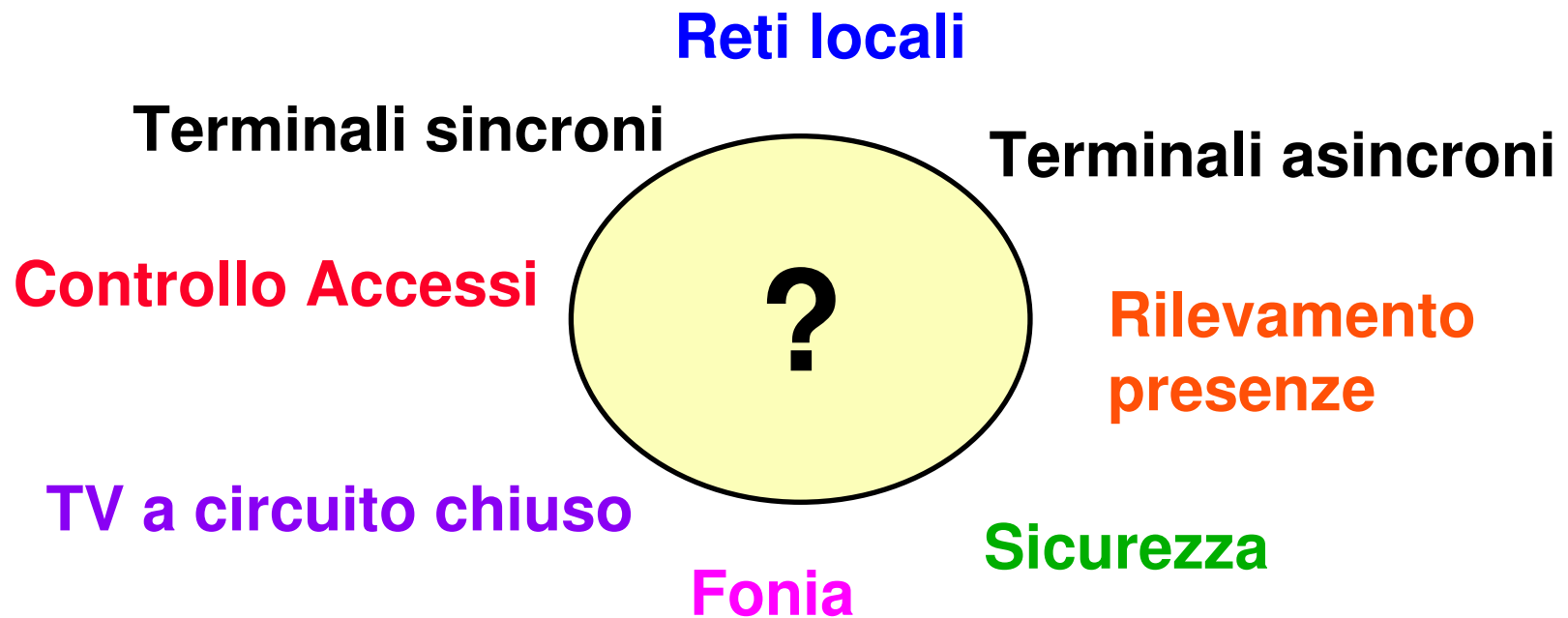
Cos'è il cablaggio

- 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.)

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
- Apparatati 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 11801 standard internazionale per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:**
 - **approvato nel 1995**

Quanti e quali standard

- EN 50173 standard europeo derivato da ISO/IEC 11801
- CEI-EN 50173 (CEI 303-14) traduzione della normativa europea
 - doppia versione in italiano e in inglese
 - <http://www.ceiuni.it>

Quanti e quali standard

- **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

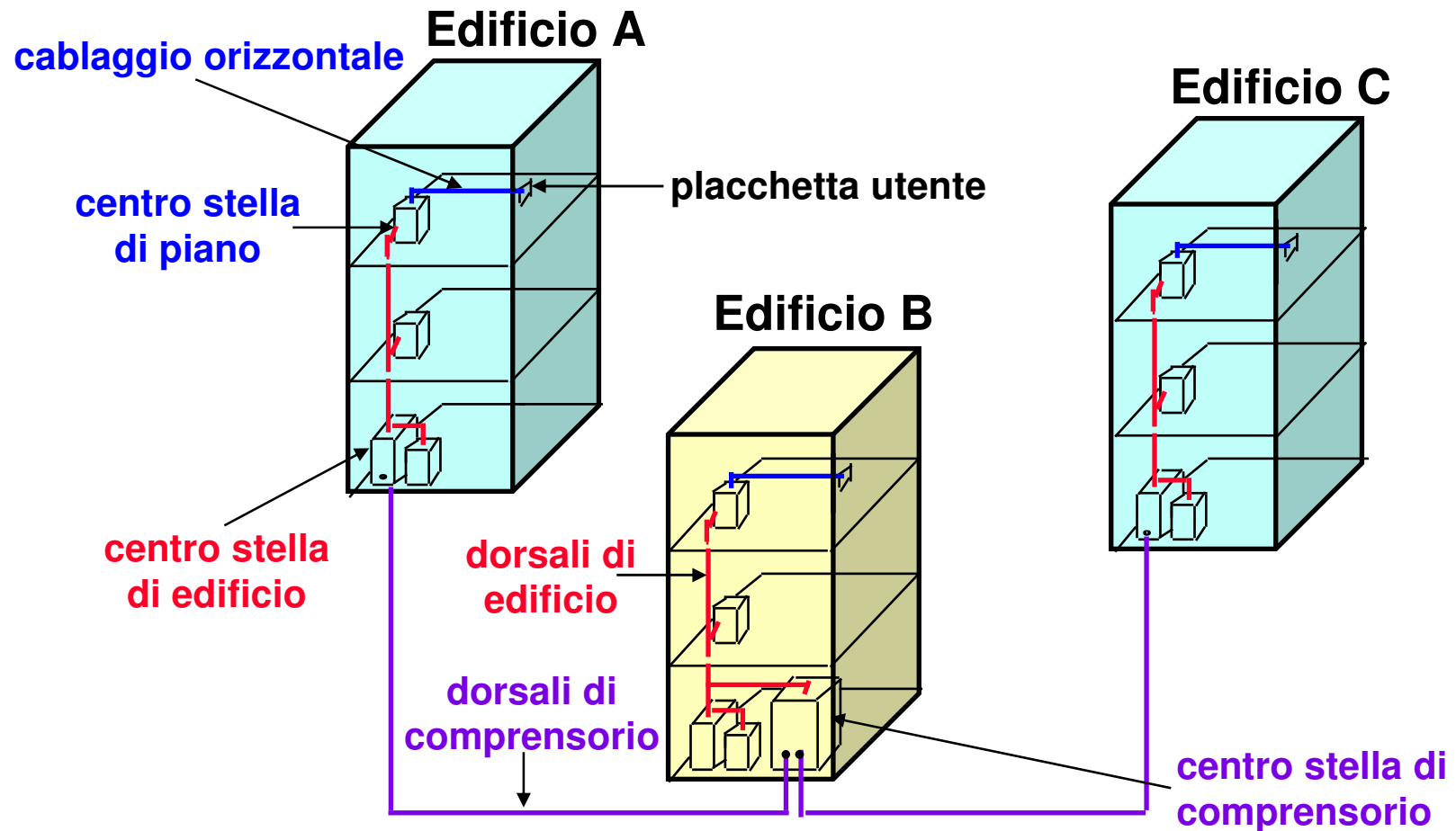
Scopo degli standard

- 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 m² di spazio utile per uffici
 - popolazione massima 50.000 utenti

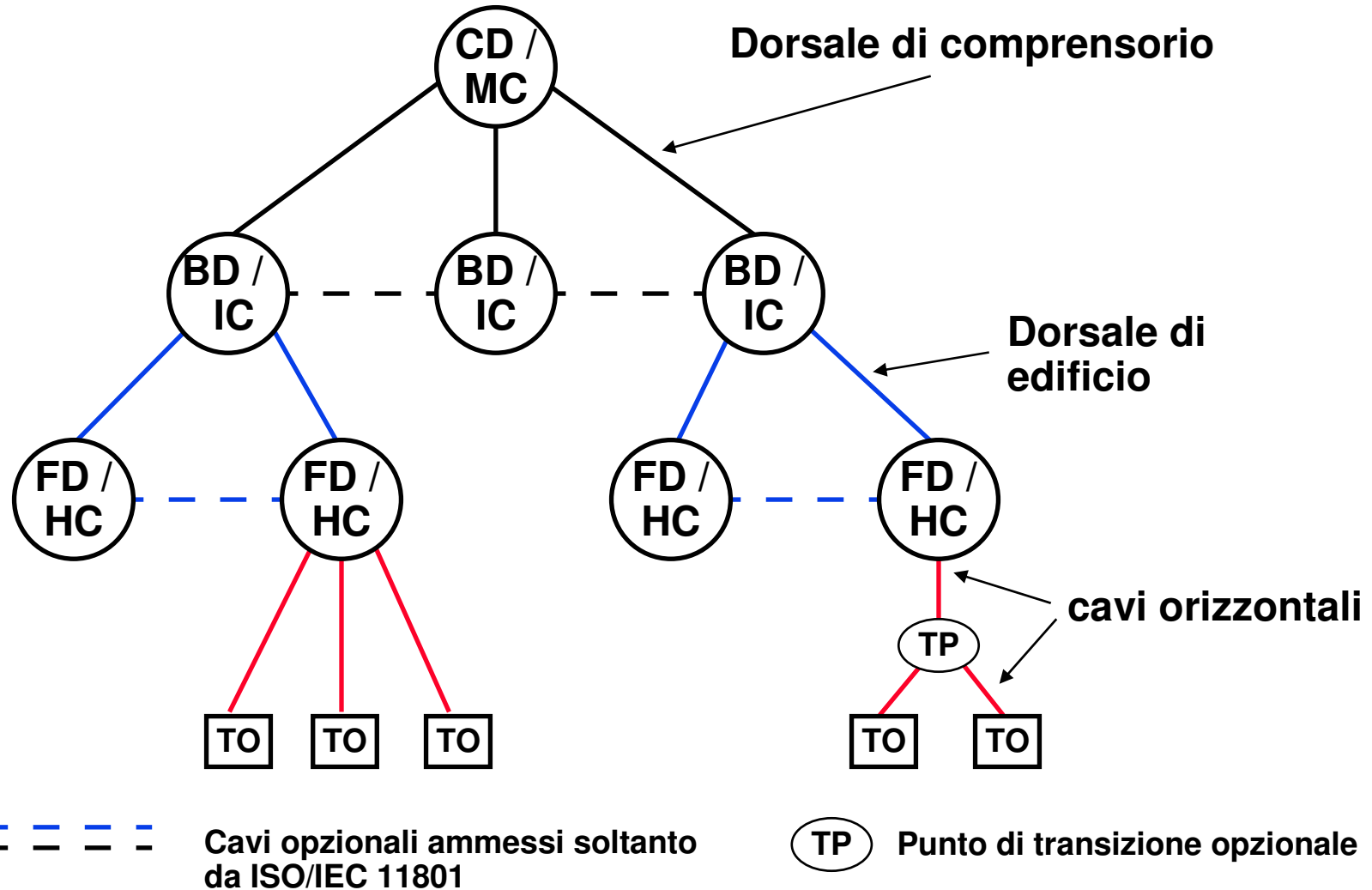
Topologia di un cablaggio strutturato

- Gli standard TIA/EIA 568A, ISO/IEC 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



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:

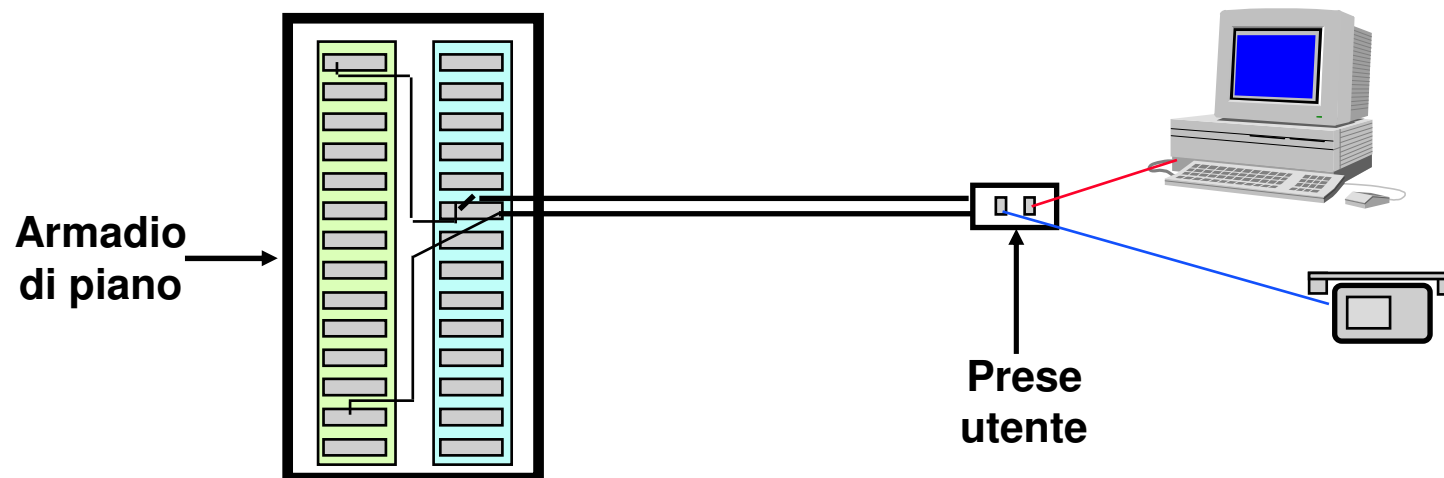
- interconnette il centro stella di comprensorio ai centro stella di edificio
 - Campus Backbone; termine ISO/IEC
 - Interbuilding Backbone; termine TIA/EIA

■ 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

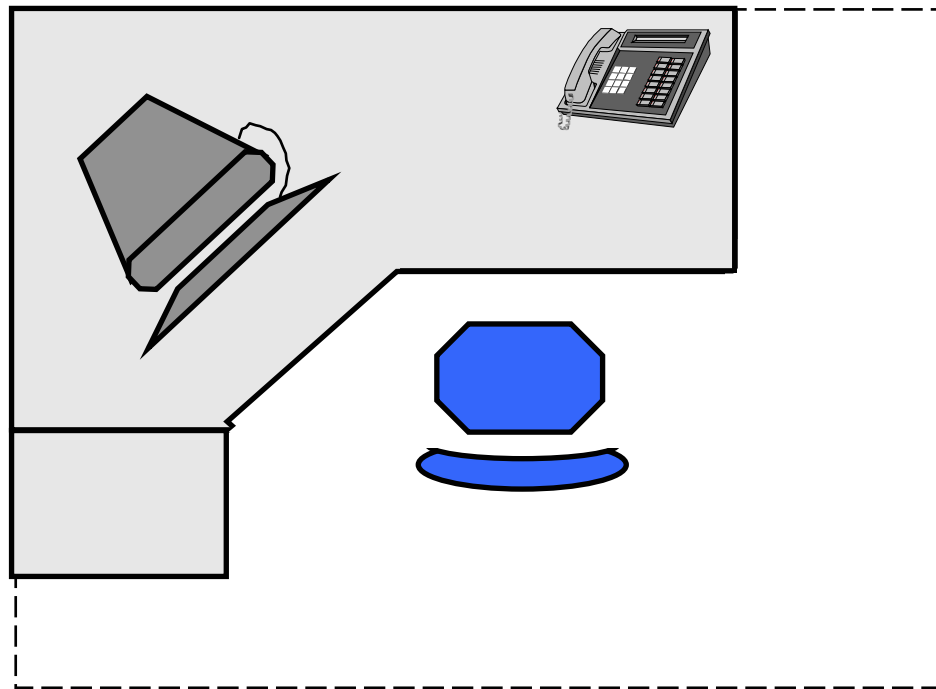
- L'armadio di piano:
 - Telecommunication Closet (TC)
- La presa utente:
 - Telecommunication Outlet (TO)
 - RJ45 per cavi a 4 coppie
 - Ermafrodita 802.5 per cavi 2 coppie STP
 - SC per fibra ottica



Elementi principali e nomenclatura

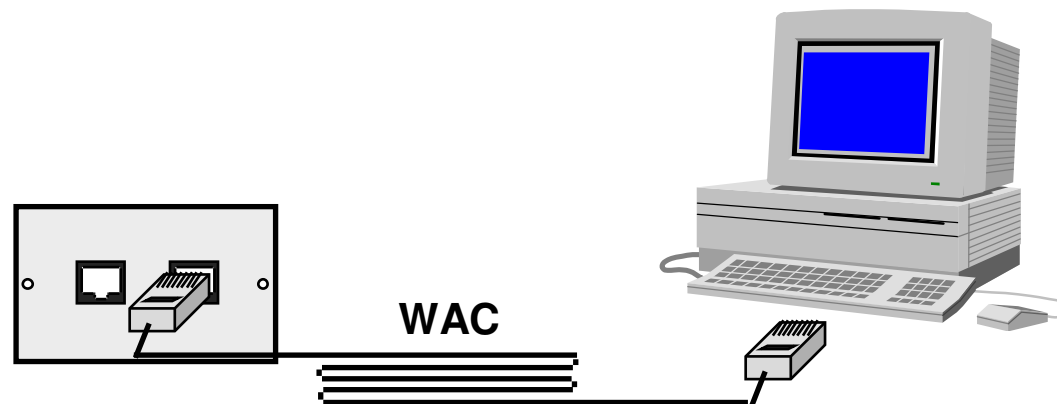
■ Il posto di lavoro:

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



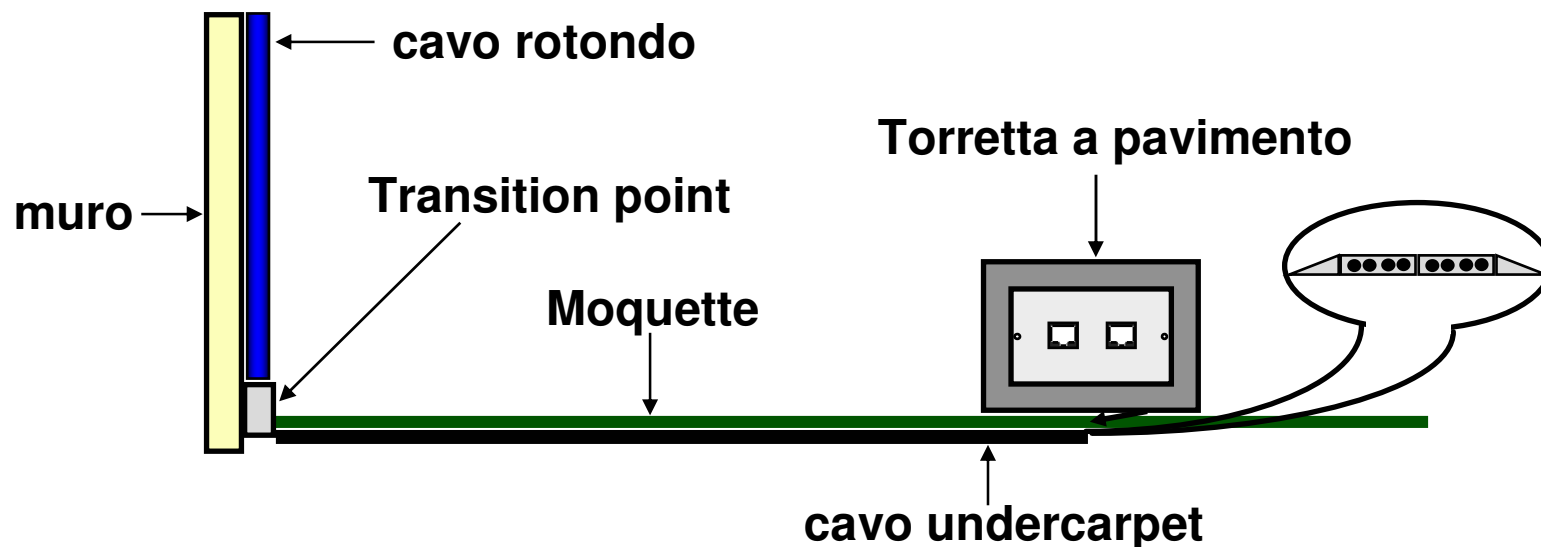
Elementi principali e nomenclatura

- 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

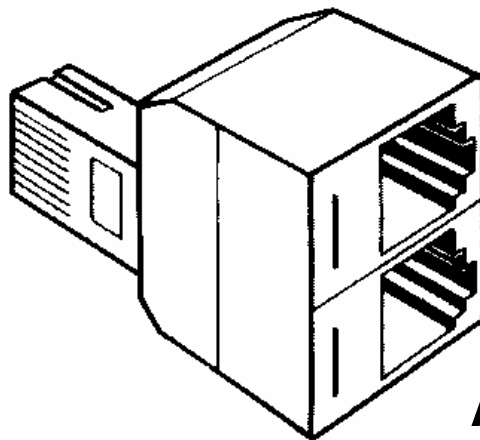
- Punto di transizione del cablaggio orizzontale:
 - Transition Point (TP)
 - punto di transizione in cui un cavo rotondo viene connesso con un cavo undercarpet



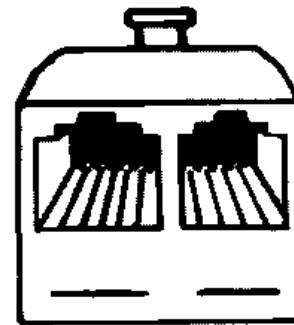
Elementi opzionali e nomenclatura

■ 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"

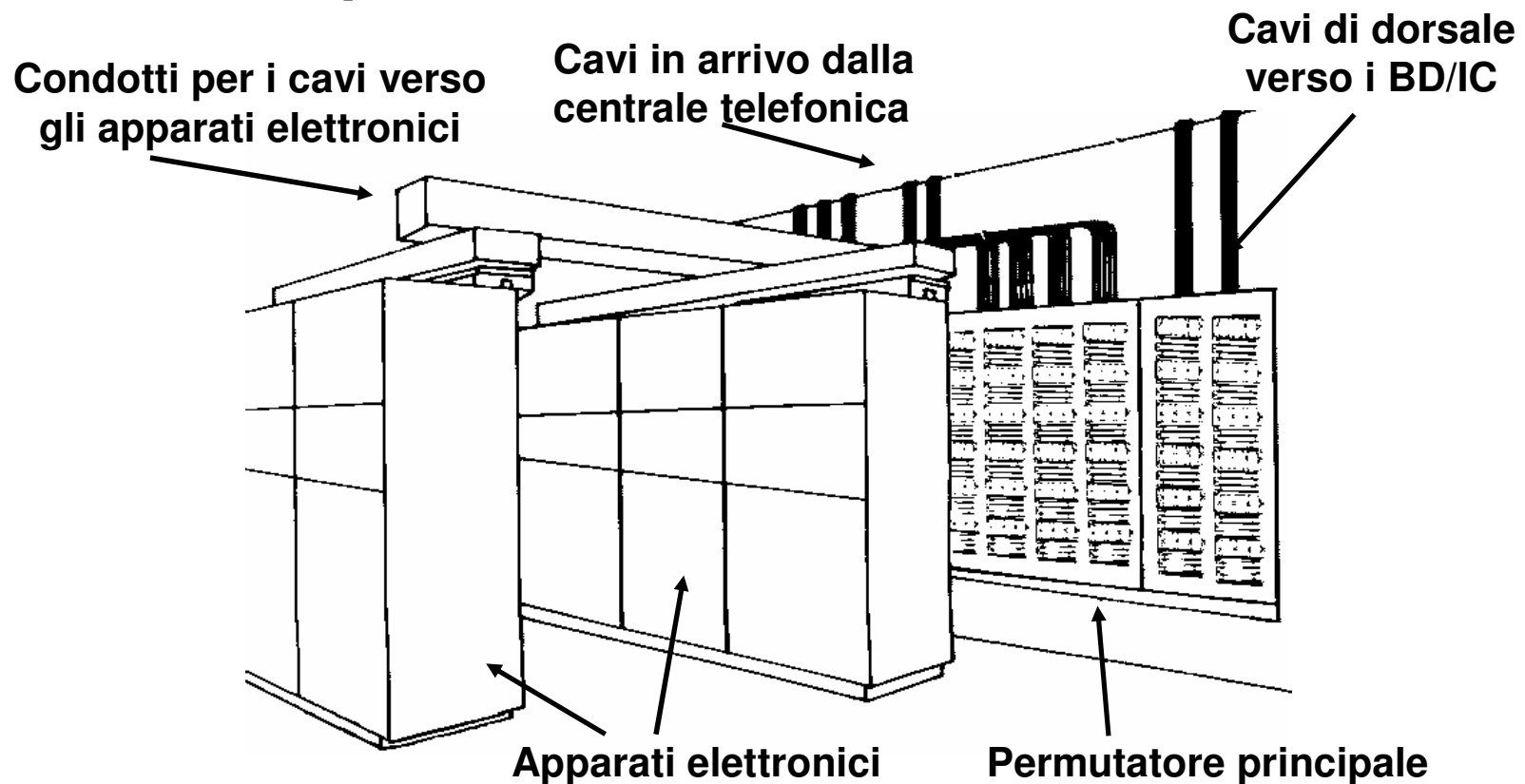


Elementi principali e nomenclatura

- **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

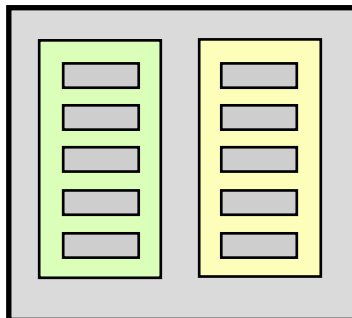
- Esempio di locale tecnico di un centro stella di comprensorio (CD o MC)



Elementi principali e nomenclatura

■ Pannello di permutazione:

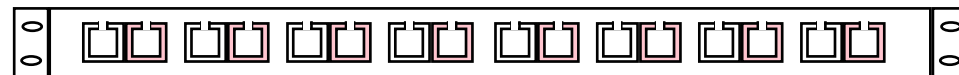
- patch panel
- il pannello di permutazione può essere di 2 tipi:
 - pannello di permutazione per cavi rame
 - cassetto di terminazione per le fibre ottiche



**Pannello con
permutatore
telefonico**



Pannello per cavi UTP con 16 RJ45

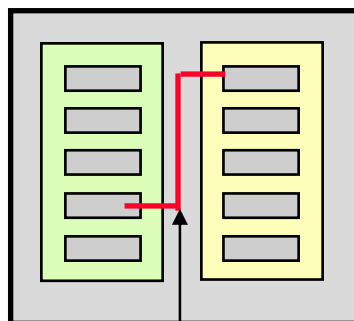


Cassetto per fibre ottiche con 16 conn. SC

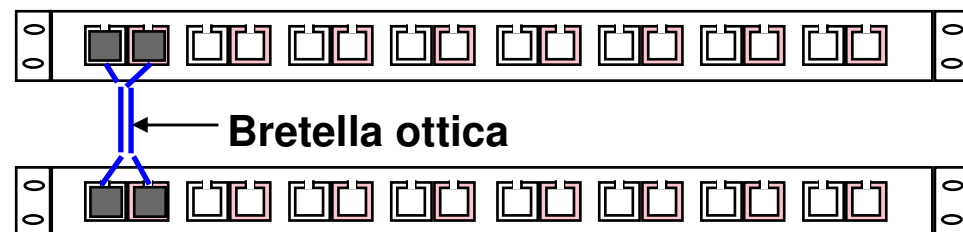
Elementi principali e nomenclatura

■ 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



Bretella ottica

Elementi principali e nomenclatura

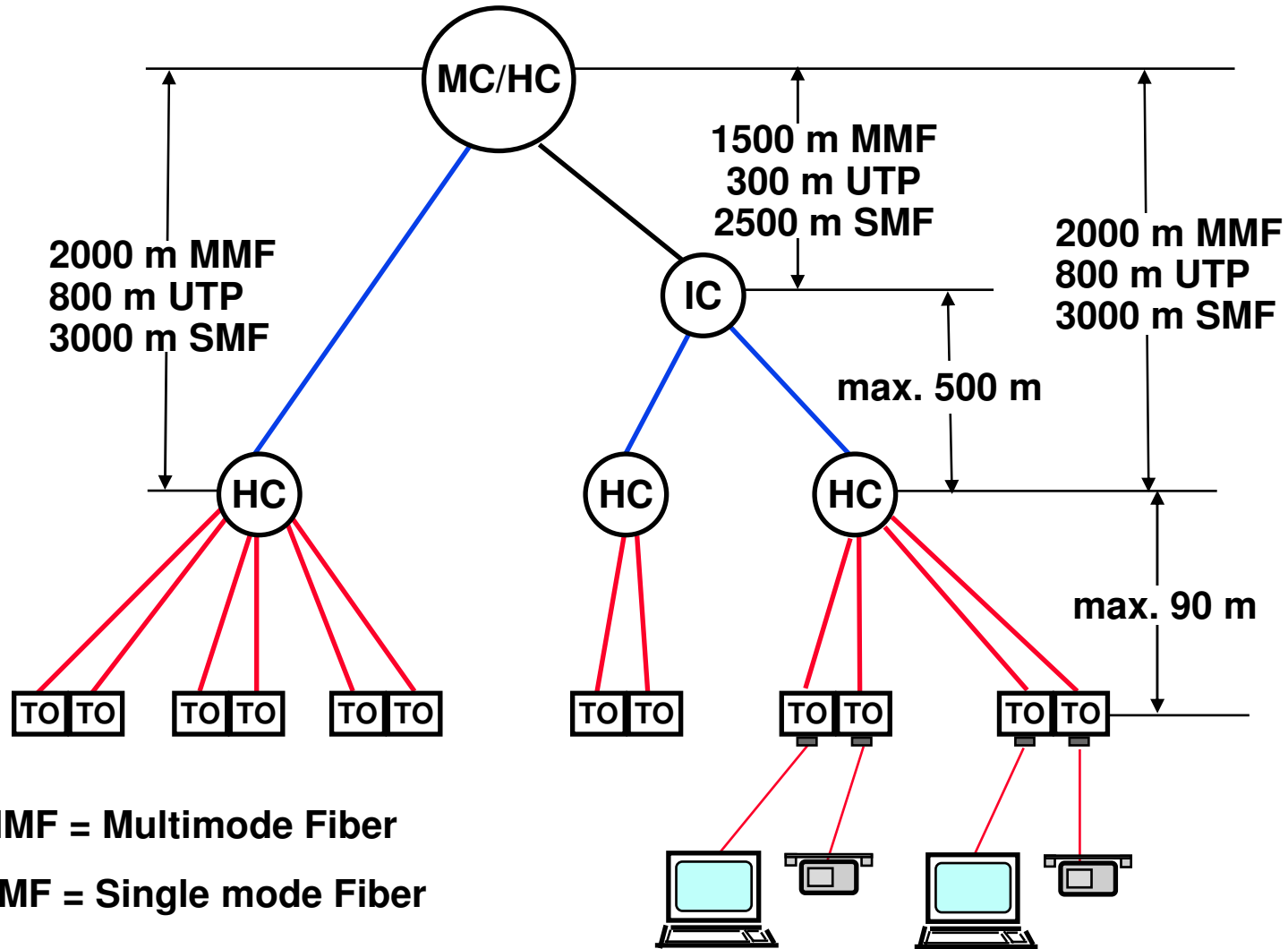
■ Permutatore:

- 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 TIA/EIA 568A






Dorsali

■ ISO/IEC 11801

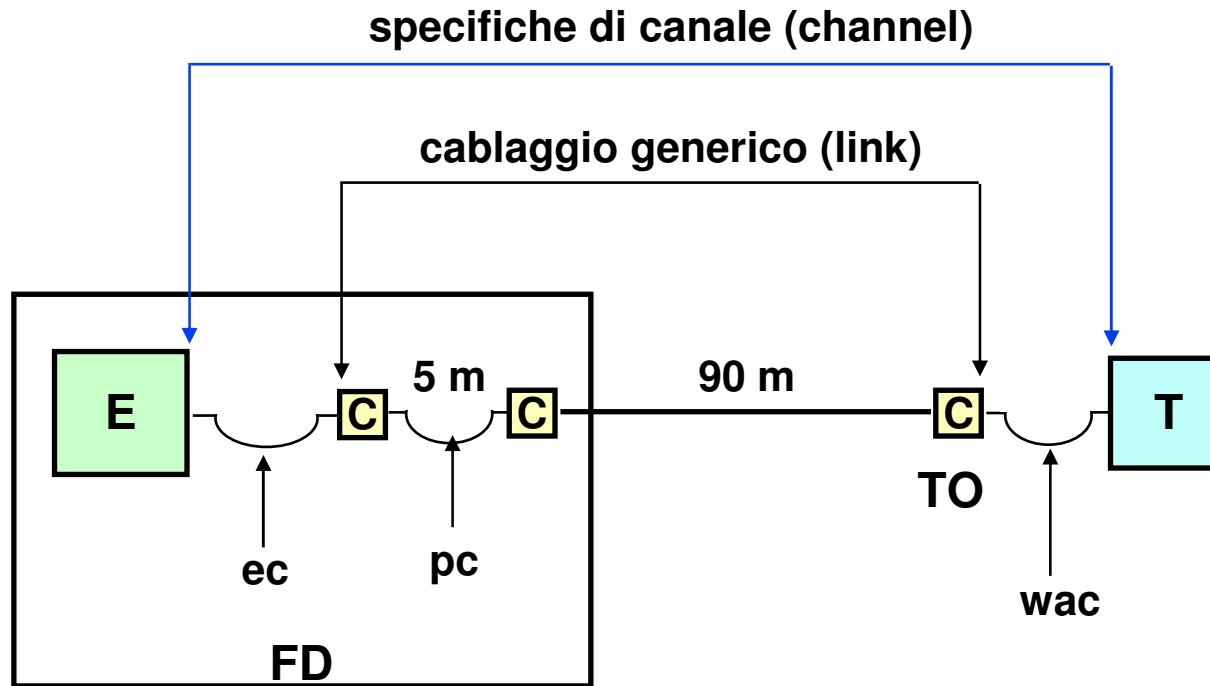
- cavi multicoppie schermati e non schermati
 - impedenza 100 Ω o 120 Ω
- fibra ottica multimodale 62.5/125 μm
- fibra ottica monomodale
- cavi STP
 - impedenza 150 Ω

■ TIA/EIA 568A

- cavi multicoppie UTP 100 Ω
 - fibra ottica multimodale 62.5/125 μm
 - fibra ottica monomodale
- 

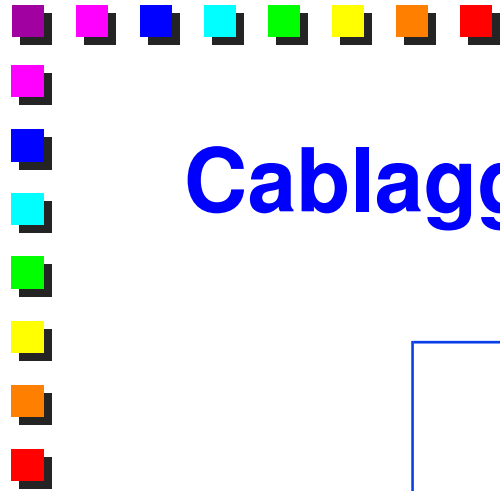


Cablaggio orizzontale ISO/IEC



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

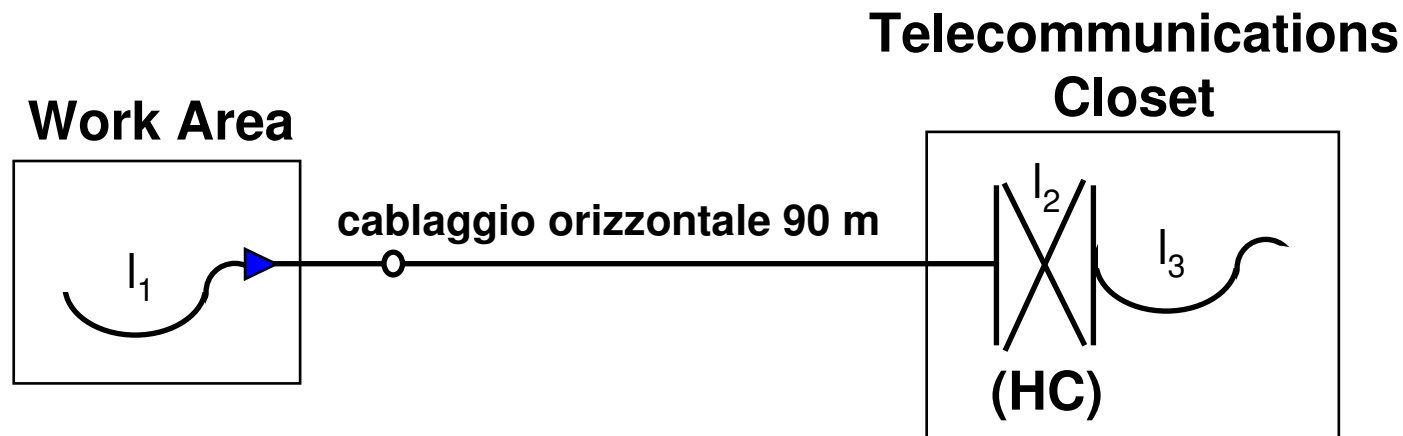
ec equipment cable
 pc patch cord
 wac work area cable
 $ec + pc + wac \leq 10 \text{ m}$



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 120 Ω
 - il secondo:
 - cavo 4 coppie di cat. 5 a 100 Ω o a 120 Ω
 - cavo 2 coppie STP a 150 Ω
 - cavo con 2 fibre ottiche multimodali 62.5/125 μm
 - 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

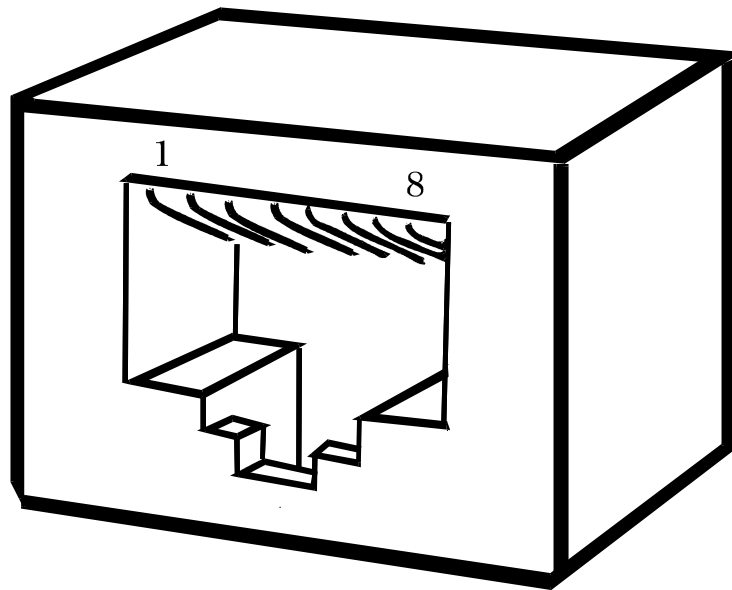
l_2 = patch cord

l_3 = equipment cable

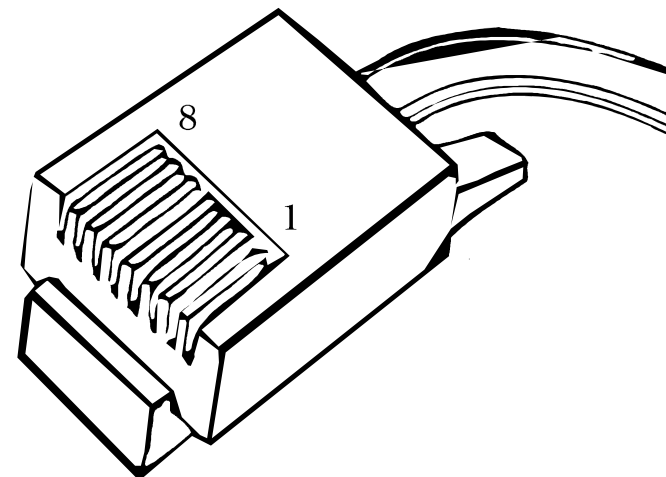
Cablaggio orizzontale: TIA/EIA

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

RJ45: prese e connettori



Presa Femmina da parete

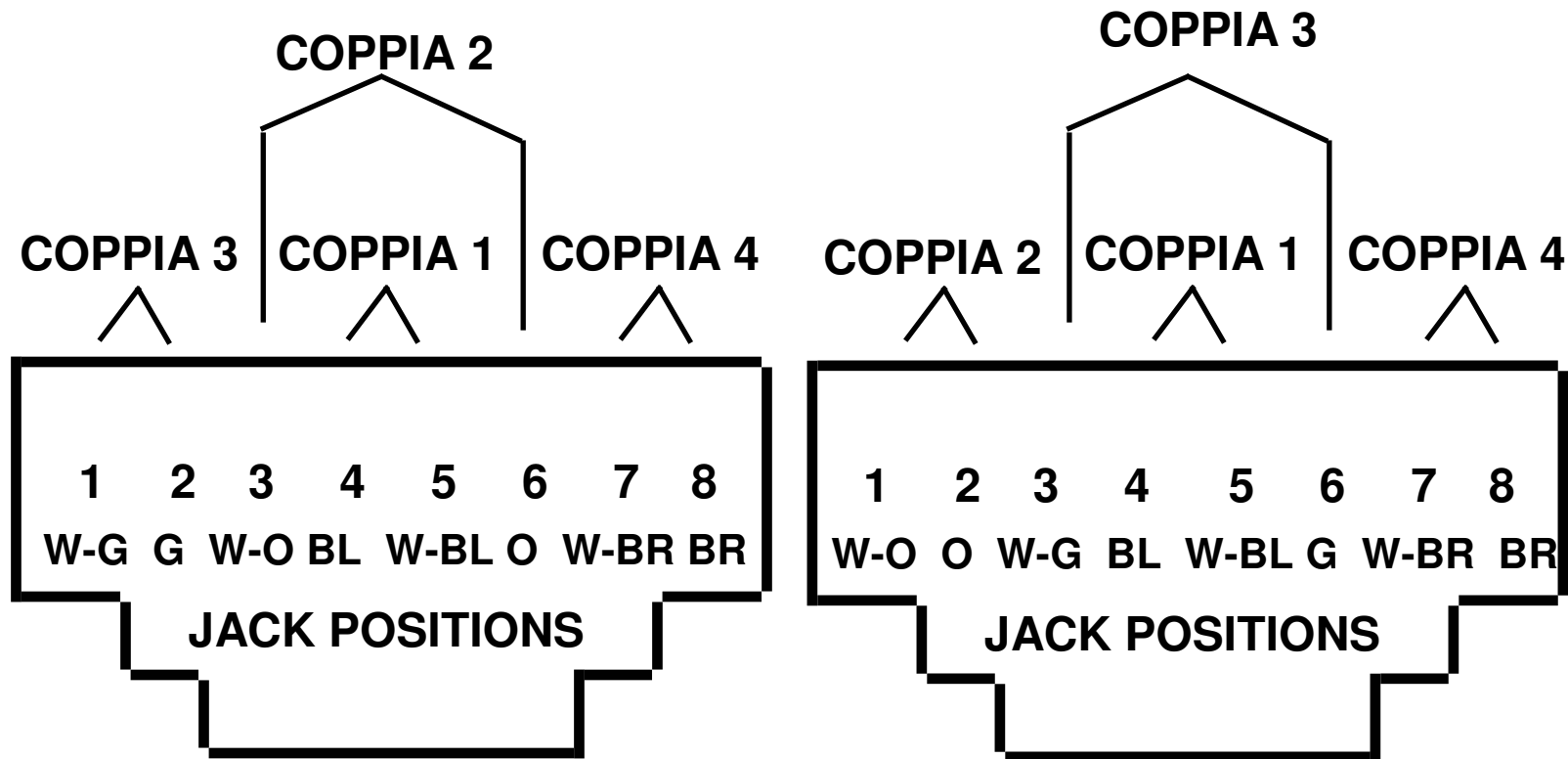


Spinotto (plug) maschio volante

TIA/EIA: assegnazione coppie

PREFERITA (T568A)

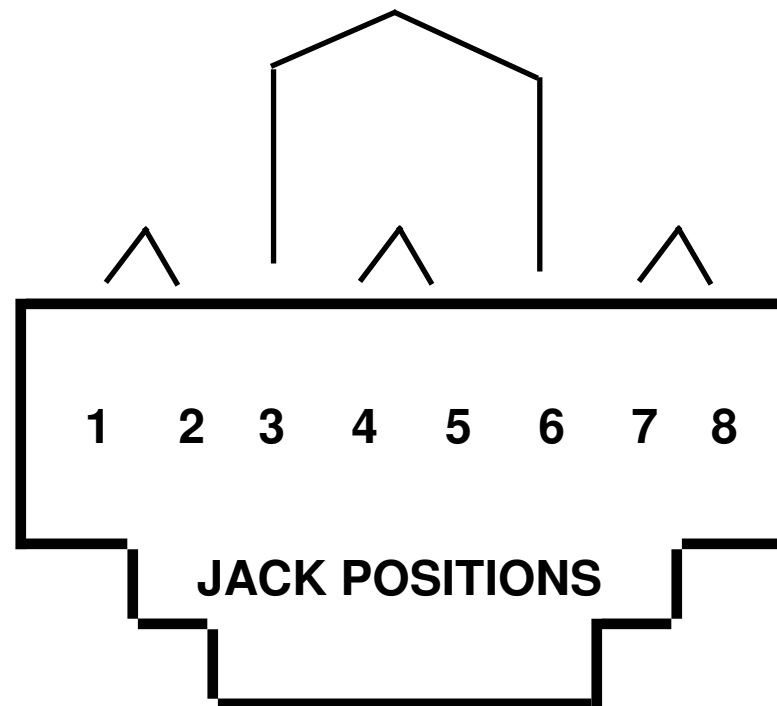
ALTERNATIVA (T568B)



Vista frontale del connettore

ISO/IEC: assegnazione coppie

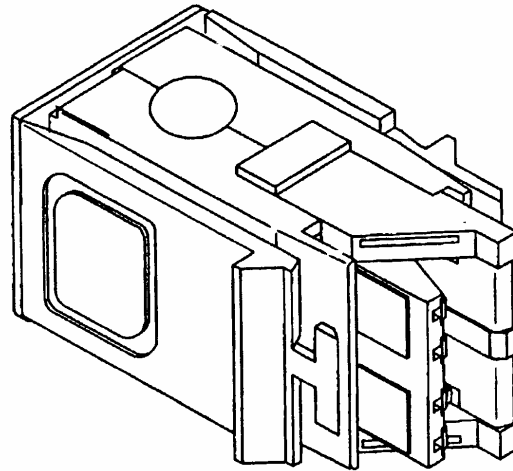
- Definisce la disposizione delle coppie sulla presa RJ45, ma non i colori



Altri connettori

■ STP 150 Ω :

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



Altri connettori

■ 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
- attenuazione
 - la massima perdita di accoppiamento ammessa è di 0.75 dB
- Return Loss
 - 20 dB minimi su fibra ottica multimodale 62.5/125 μm sia a 850 che a 1300 nm
 - 26 dB minimi su fibra ottica monomodale sia a 1310 che a 1550 nm

TIA/EIA: doppiini da 100 Ω

- Impedenza 100 Ω
- 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 120 Ω

- Ammette l'utilizzo di doppini a 4 coppie da 100 e 120 Ω 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 5 ammette un massimo di 13 mm**
- **Il raggio di curvatura minimo deve essere pari a 5 volte il diametro del cavo**
- **Tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore**

ISO/IEC: classi di connessione

- Le classi di connessione sono utili per la il collaudo 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
- Il collaudo 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 = α_N - α , dove:**
 - α_N è il valore di attenuazione di diafonia del link
 - α è il valore di attenuazione del link
- **Si sceglie la combinazione di coppie che fornisce il peggior valore di α_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

EIA/TIA 569: distanza dai cavi elettrici

- La tensione deve essere inferiore a 480V

Situazione	Distanza minima		
	< 2 kVA	2-5 kVA	> 5 kVA
Linee elettriche non schermate in prossimità di canaline aperte o non metalliche	127 mm	305 mm	610 mm
Linee elettriche non schermate in prossimità di canaline metalliche con collegamento di terra	64 mm	152 mm	305 mm
Linee elettriche schermate in prossimità di canaline metalliche con collegamento di terra	-	76 mm	152 mm

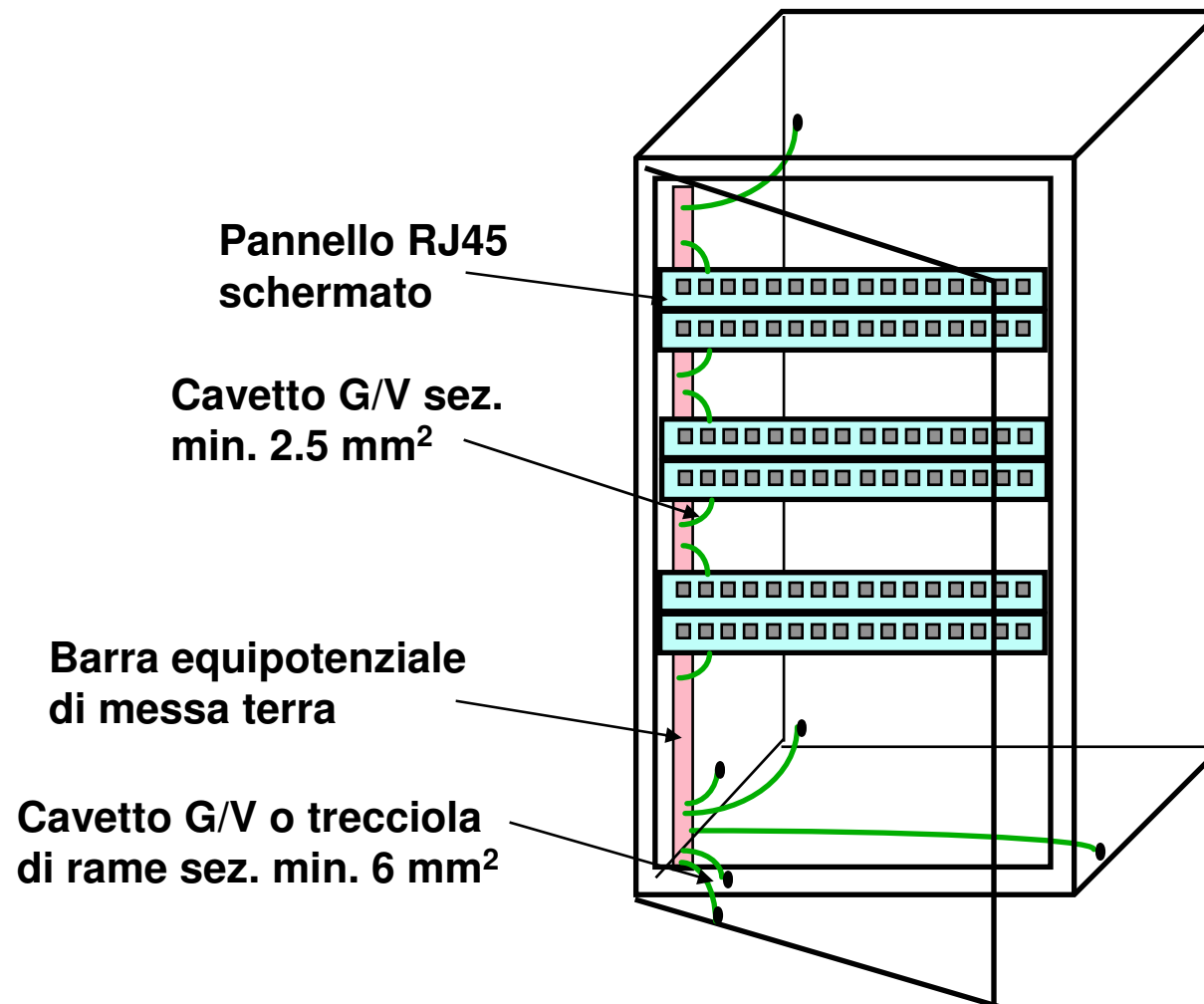
ISO/IEC: schermo e messa a terra

- 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

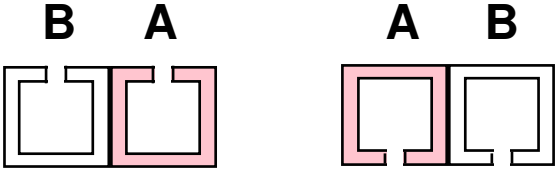
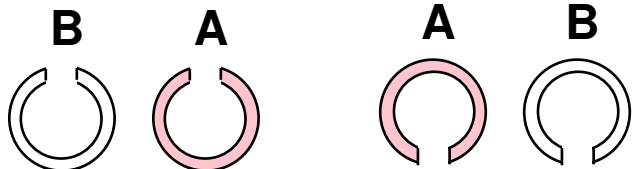


Cosa andrebbe connesso a terra

- **Gli armadi o rack distribuzione del cablaggio strutturato:**
 - i montanti del rack o telaio
 - le chiusure laterali e posteriori
 - la porta frontale
 - il tettuccio
 - gli apparati attivi
 - i singoli pannelli RJ45 se schermati
- **Gli apparati dei posti di lavoro: PC, Workstation, stampanti ecc.**
- **Le canalizzazioni metalliche se presenti**

Messa a terra all'interno del rack



TIA/EIA 568A: connettori fibra

Possibili montaggi dei connettori (vista frontale)	
Connettori "SC"	Connettori "ST"
 <p>Montaggio orizzontale</p>	 <p>Montaggio orizzontale</p>
 <p>Montaggio verticale</p>	 <p>Montaggio verticale</p>

TIA/EIA 568A: terminazione fibra

