



# Reti di Calcolatori

## Topologie complesse per LAN

### Il Cablaggio Strutturato

Giorgio Ventre

Dipartimento di Informatica Sistemistica

Università di Napoli Federico II

## Nota di Copyright

Quest'insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca sull'Informatica Distribuita del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli e del Laboratorio Nazionale per la Informatica e la Telematica Multimediali. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovrà essere esplicitamente riportata la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

# Cos'è il cablaggio

- Insieme di componenti passivi posati in opera:
  - » cavi
  - » connettori
  - » prese
  - » permutatori, ecc.
- Per interconnettere
  - » computer
  - » telefoni
  - » stampanti
  - » monitor
  - » apparati di rete

## Due tipologie

- **Proprietari:**
  - » IBM Cabling System
  - » Digital DECconnect
- **Strutturati (conformi a standard nazionali o internazionali):**
  - » TIA/EIA 568A
  - » ISO/IEC IS 11801
  - » prEN 50173
  - » .....

## Cosa integrare?

- Reti locali
  - Terminali
  - Fonia
  - Controllo Accessi
  - Rilevamento presenze
  - Sicurezza
  - TV a circuito chiuso
- » Per la realizzazione di un edificio “intelligente”

## Problematica e strategia

- Progettare il cablaggio strutturato al pari degli impianti elettrici e idraulici, contestualmente a
  - » costruzione degli edifici
  - » ristrutturazione
- Necessità di sistemi di cablaggio standard per edifici commerciali
  - » regole standard per la progettazione e messa in opera
- Primo standard
  - » 1991 EIA/TIA 568

## 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.

## Standard (1)

- TIA/EIA 568A
  - » standard americano per i cablaggi di edifici commerciali di tipo **office oriented**:
  - » approvato nel 1995:
  - » riprende buona parte delle specifiche contenute EIA/TIA 568
- ISO/IEC 11801
  - » standard internazionale per i cablaggi di edifici commerciali di tipo **office oriented**:
  - » approvato nel 1995



## Standard (2)

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

## Normative specificate dagli standard

- Definiscono l'ambito di adozione:
  - » Gruppo di edifici appartenenti ad un comprensorio (campus)
- Descrivono:
  - » le topologie ammesse
  - » elementi facenti parte del cablaggio
  - » mezzi trasmissivi
  - » dorsali
  - » cablaggio orizzontale
  - » norme per l'installazione
  - » documentazione
  - » norme per il collaudo
- Fissano la durata minima di validità del progetto

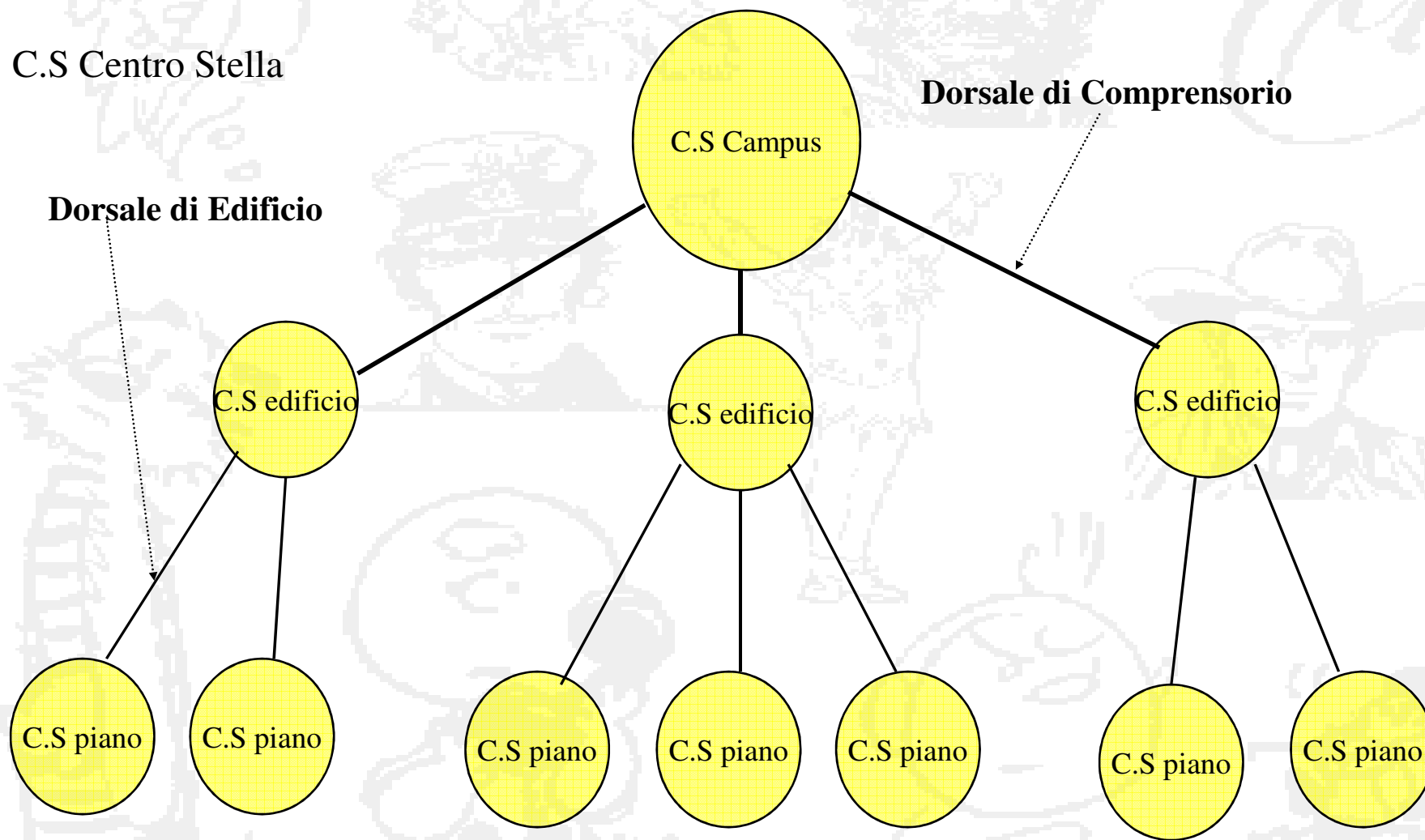
## Campus

- Gruppo di edifici facenti parte di uno stesso comprensorio (singolo appezzamento di suolo privato)
  - » Si estende al massimo per 3.000 metri
  - » Superficie massima ciascun edificio 1.000.000 mq
  - » Popolazione massima ciascun edificio 50.000 persone

## Topologie per il cablaggio

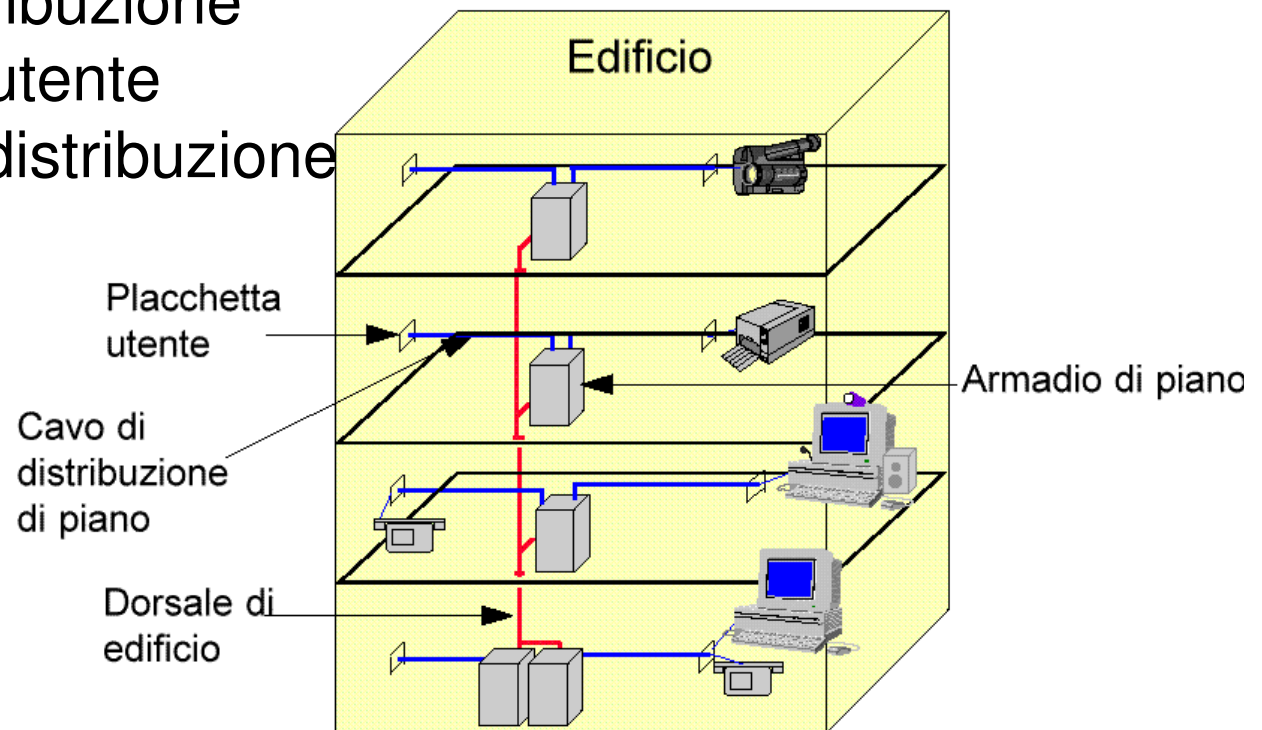
- Sia EIA/TIA 568A che ISO/IEC 11801 stabiliscono una topologia **stellare** gerarchica a tre livelli:
  - » primo livello
    - centro stella di comprensorio
  - » secondo livello
    - centro stella di edificio
  - » terzo livello
    - centro stella (o armadio) di piano

# Topologia: un Campus di tre edifici



# Topologia: Edificio

- Per ogni edificio
  - » Un cavo dorsale di distribuzione.
- Per ogni piano
  - » Un cavo di distribuzione
  - » Più placchette utente
  - » Un armadio di distribuzione



### Nomenclatura

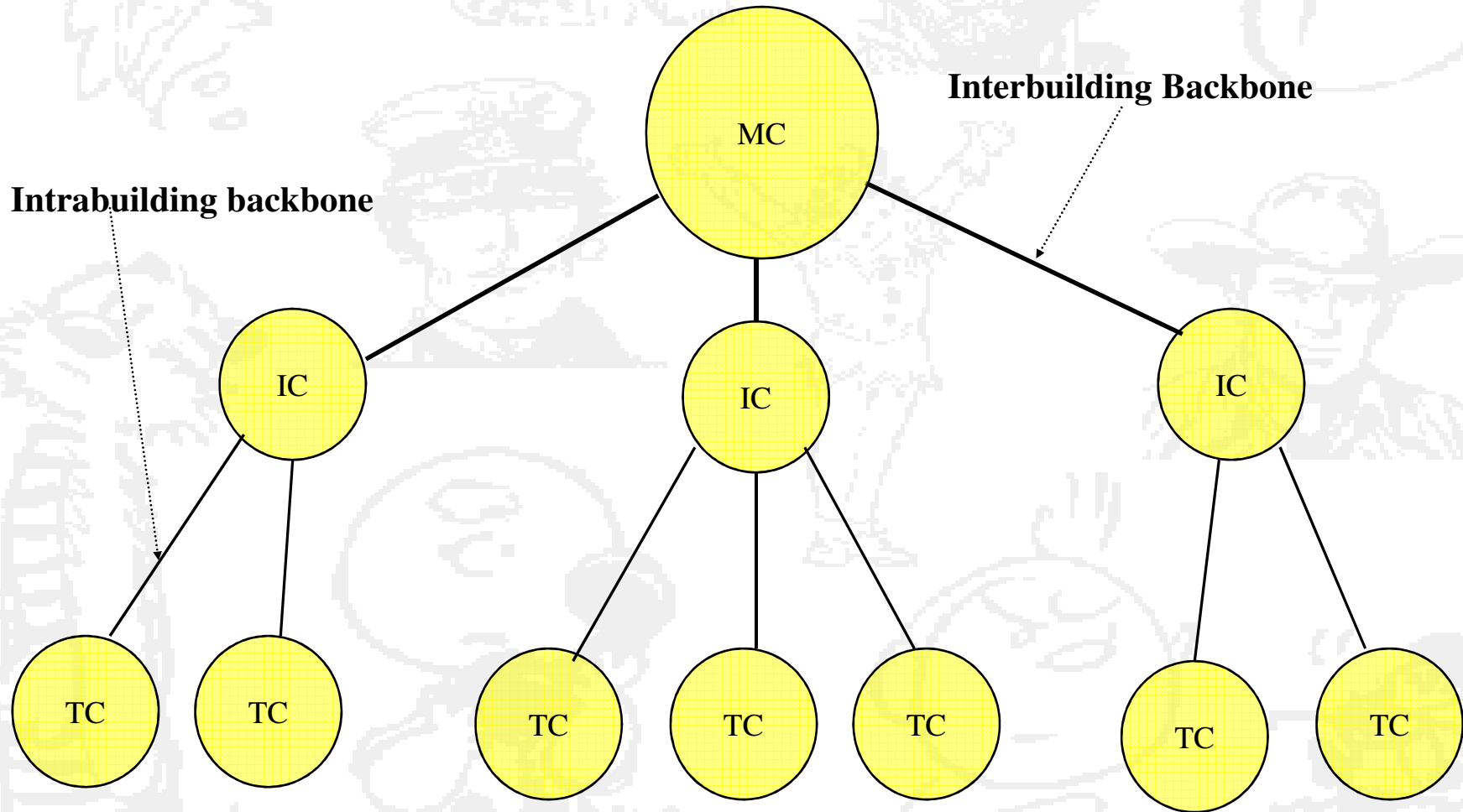
- I centri stella gerarchici secondo EIA/TIA :
  - » Main Cross Connect (MC) (Centro Stella di Compensorio)
    - primo livello gerarchia
    - situato nell'edificio centrale del compensorio da cui vengono distribuiti i cavi di dorsale verso gli altri edifici
  - » Intermediate Cross Connect (IC) (Centro Stella di Edificio)
    - secondo livello gerarchia
    - da esso si distribuiscono i cavi di dorsale di edificio
  - » Telecommunication Closet (TC o HC) (Centro Stella di Piano)
    - terzo livello della gerarchia
    - da esso si dipartono i cavi orizzontali.

## Nomenclatura

- Dorsale di comprensorio
  - » Interbuilding Backbone
    - interconnette il centro stella di comprensorio ai centro stella di edificio
- Dorsale di edificio
  - » Intrabuilding Backbone
    - interconnette il centro stella di edificio ai centro stella di piano



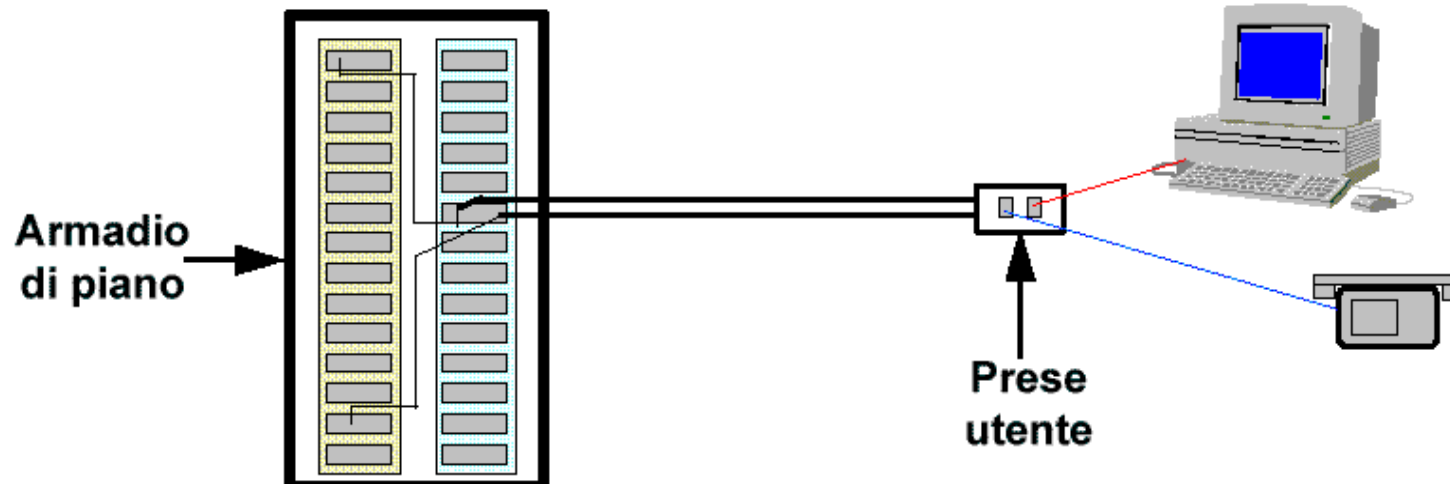
# EIA/TIA 568 A Topologia



## EIA/TIA 568 A

### 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

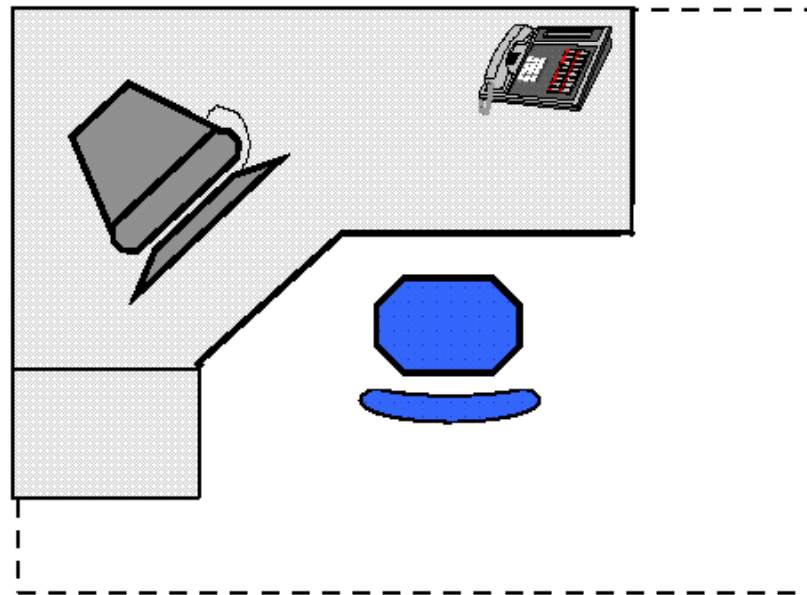


## Nomenclatura

- Il posto di lavoro

- » Work Area

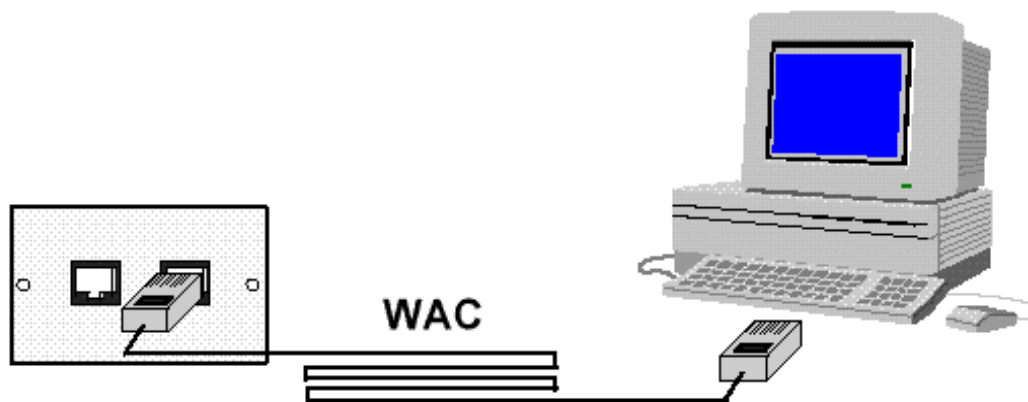
- servito da almeno due prese utente



## EIA/TIA 568 A

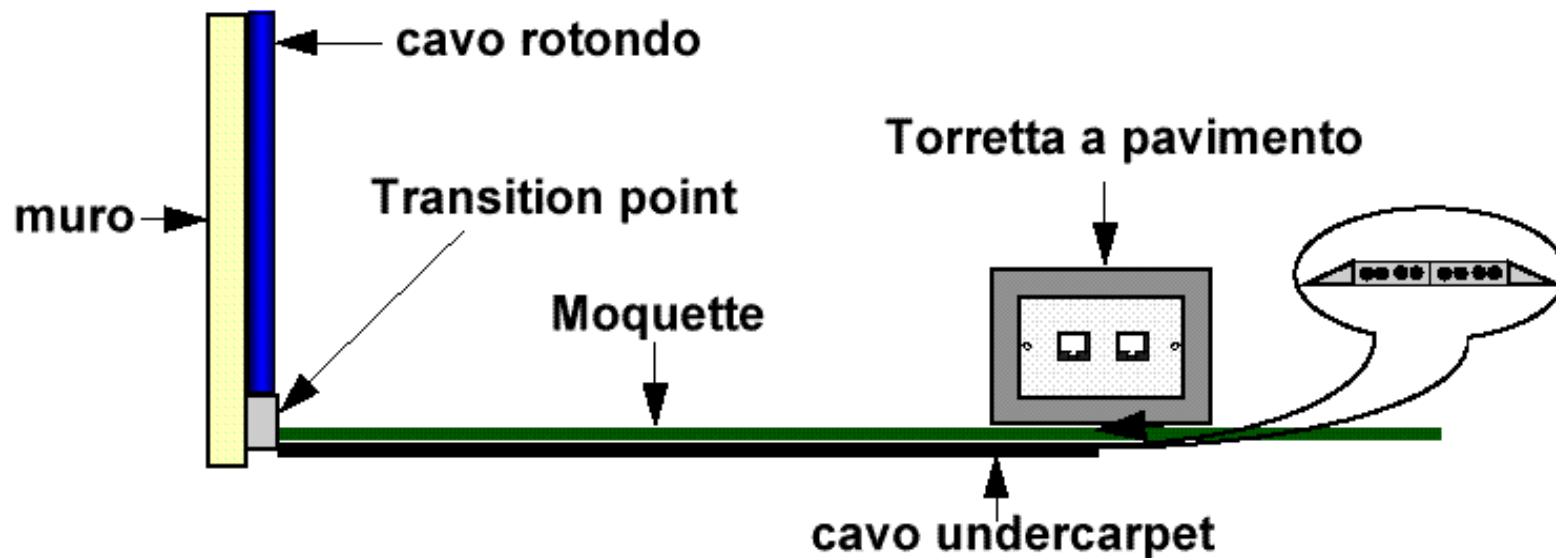
### Nomenclatura

- 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):



## Nomenclatura

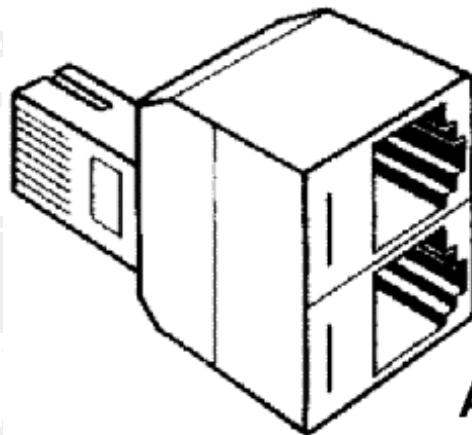
- Punto di transizione del cablaggio orizzontale:
  - » Transition Point (TP)
    - punto di transizione in cui un cavo rotondo viene connesso con un cavo undercarpet



## EIA/TIA 568 A

### Nomenclatura

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



**Adattatore ad "Y"**

EIA/TIA 568 A

## Nomenclatura

- Locale tecnico

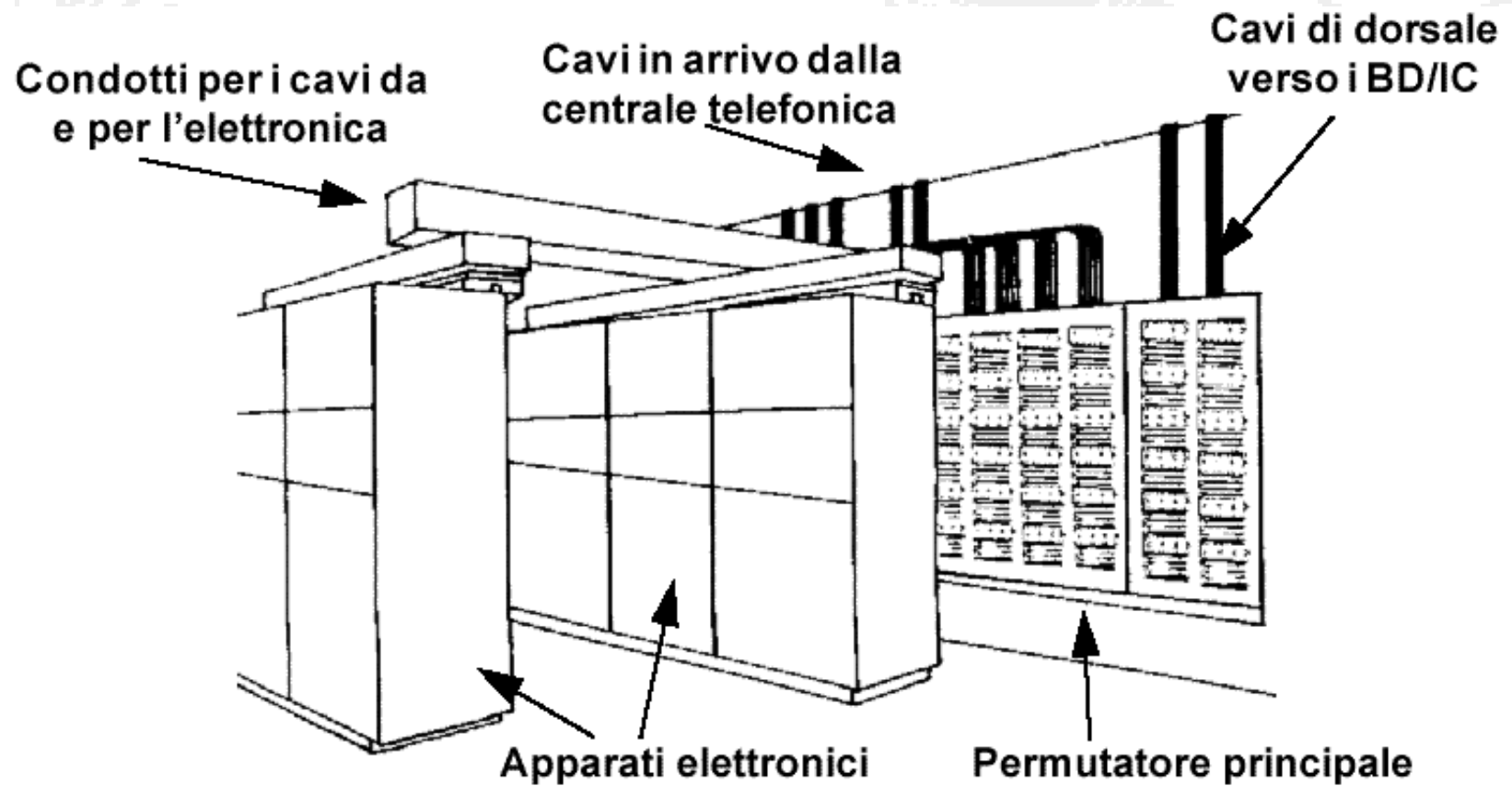
- » Equipment Room (ER)

- contiene gli apparati attivi ed i sistemi di permutazione

- 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

## Esempio di locale tecnico

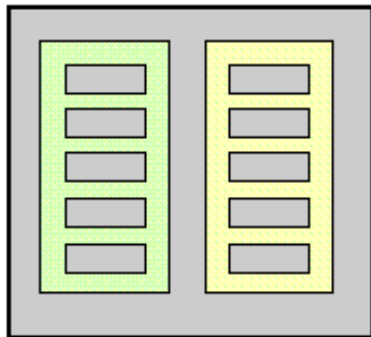




## EIA/TIA 568 A

### Nomenclatura

- patch panel
  - » pannello di permutazione:
    - » 2 tipi:
      - per cavi in rame
      - per fibre ottiche



**Pannello con  
permutatore  
telefonico**



**Pannello per cavi UTP con 16 RJ45**

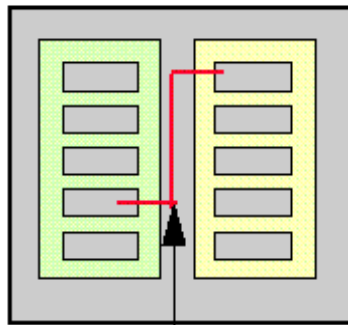


**Pannello per fibre ottiche con 16 conn. SC**

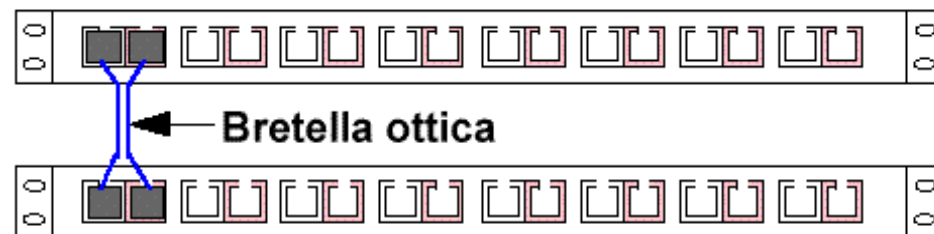
## EIA/TIA 568 A

### Nomenclatura

- patch cord :
  - » cavetto di permutazione
  - » 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



## EIA/TIA 568 A

### 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

**EIA/TIA 568 A**

## **I mezzi trasmissivi**

- **Cavi coassiali**
- **Cavi UTP a 4 coppie**
- **Cavi UTP multicoppia**
- **Cavo STP a 150  $\Omega$**
- **Fibre ottiche multimodali**

## EIA/TIA 568 A

### Cavo coassiale

- Devono soddisfare gli standard
  - » IEEE 802.3
    - Tipo Thick (o cavo giallo)
    - impedenza  $50 \pm 2 \Omega$
    - velocità propagazione minima  $0.77 c$
    - attenuazione massima segmento (500m)
      - 8.5 dB a 10 MHz
      - 6 dB a 5 MHz
  - » 10Base5 (Come IEEE 802.3)
  - » 10Base2
    - impedenza  $50 \pm 2 \Omega$
    - velocità propagazione minima  $0.65 c$
    - attenuazione massima segmento (185 m)
      - 8.5 dB a 10 MHz
      - 6 dB a 5 MHz

## EIA/TIA 568 A

### Cavi UTP a 4 coppie

- Dimensione singolo conduttore 24 AWG
- Devono soddisfare almeno le caratteristiche della categoria 3
  - » impedenza 100 Ohm  $\pm 15\%$  nel range 1-16 MHz
  - » velocità propagazione 0.6 c
  - » Near\_End\_Crosstalk (attenuazione interferenze cavi vicini)
    - 54 dB/100m (minimo)

EIA/TIA 568 A

## Cavi UTP multicoppia

- Uno o più gruppi da 25 coppie cadauno
  - » dimensione 22-24 AWG
- Caratteristiche elettriche
  - » Impedenza  $100 \pm 15\%$  Ohm nel range 1-16 MHz
  - » Velocità propagazione 0.6 c
  - » NEXT (minimo) 52 dB/100m

EIA/TIA 568 A

## Cavo STP

- Tipo 1 IBM
  - » impedenza 150 Ohm
  - » velocità propagazione 0.81 c
  - » attenuazione (100m) 2.2 dB a 4 MHz
  - » NEXT (minimo) 58 dB/100m



EIA/TIA 568 A

## Fibre ottiche

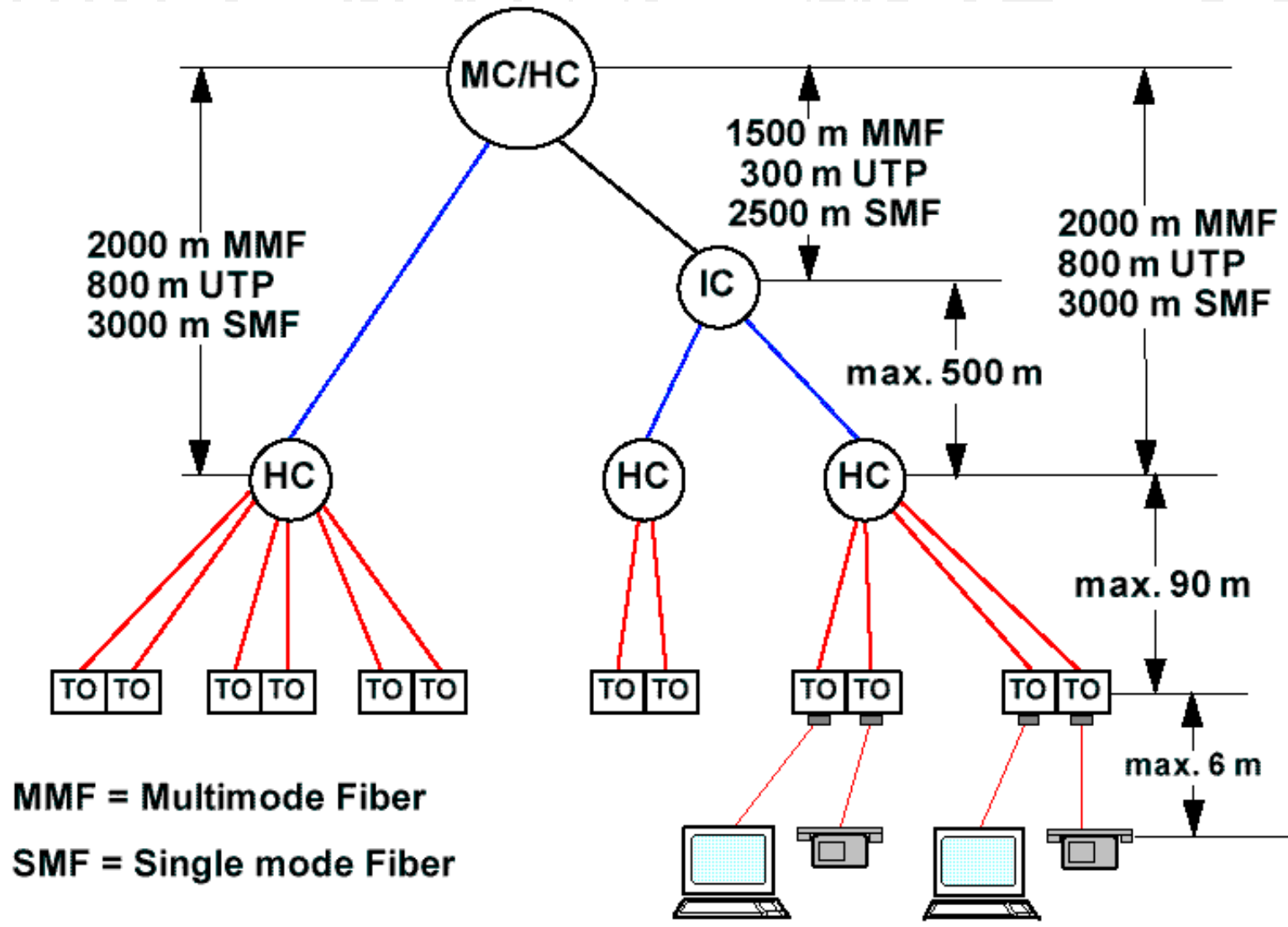
- Dimensione 62,5/125  $\mu\text{m}$
- Caratteristiche
  - » Attenuazione massima
    - 3.75 dB/Km alla lunghezza d'onda di 850 nm
    - 1.5 dB/Km alla lunghezza d'onda di 1300 nm

## Dorsali

- Elementi portanti del cablaggio
  - » interconnettono, con topologia stellare gerarchica
    - edifici diversi con l'edificio centro stella
      - interbuilding backbone
    - armadi di piano diversi con l'armadio di edificio
      - intrabuilding backbone
  - » hanno lunghezze massime dipendenti dai mezzi di trasmissione e dallo standard utilizzato.

# EIA/TIA 568 A

## Distanze tra dorsali



## EIA/TIA 568 A

### Cavi per le dorsali

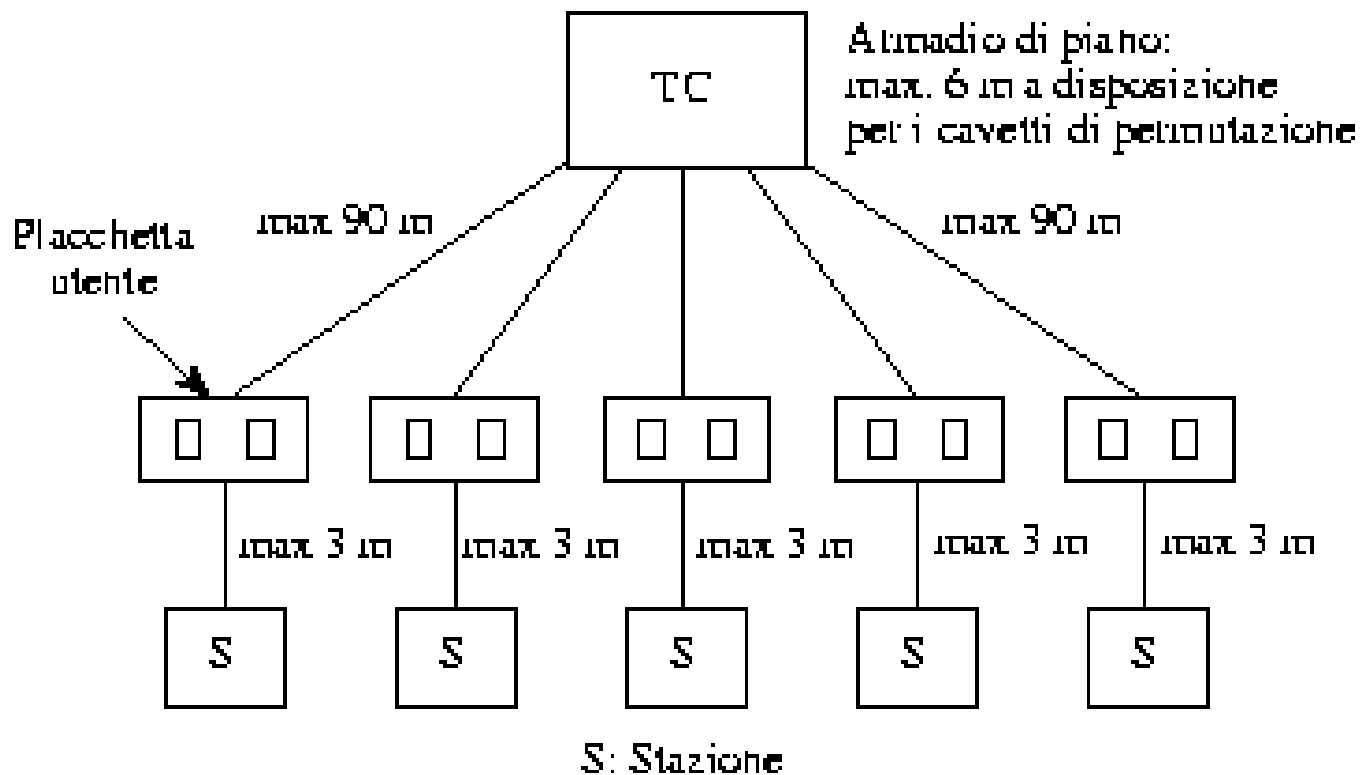
- cavi multicoppie UTP 100  $\Omega$
  - fibra ottica multimodale 62.5/125  $\mu\text{m}$
  - cavo coassiale Thick Ethernet
- Suggerisce fibra ottiche in caso di ambienti caratterizzati da forte rumore elettromagnetico

## Cablaggio orizzontale

- Interconnette i vari posti di lavoro all'armadio di piano
- Fornisce i seguenti servizi di trasporto:
  - » fonia
  - » dati in modalità seriale
  - » dati per reti locali
  - » segnali per il controllo di dispositivi (es termostati)
- Ha topologia stellare a partire dall'armadio di piano.

EIA/TIA 568 A

# Distanze cablaggio orizzontale



## EIA/TIA 568 A

### Cavi per cablaggio orizzontale

- Cavo UTP
  - » a 4 coppie di cat. 3 o superiore a 100  $\Omega$
- Cavo STP
  - » a 2 coppie a 150  $\Omega$
- Cavo Coassiale
  - » Thin Ethernet a 50  $\Omega$
  - » intestato alle due estremità con connettori BNC
- Fibra Ottica
  - » multimodale 62.5/125  $\mu\text{m}$

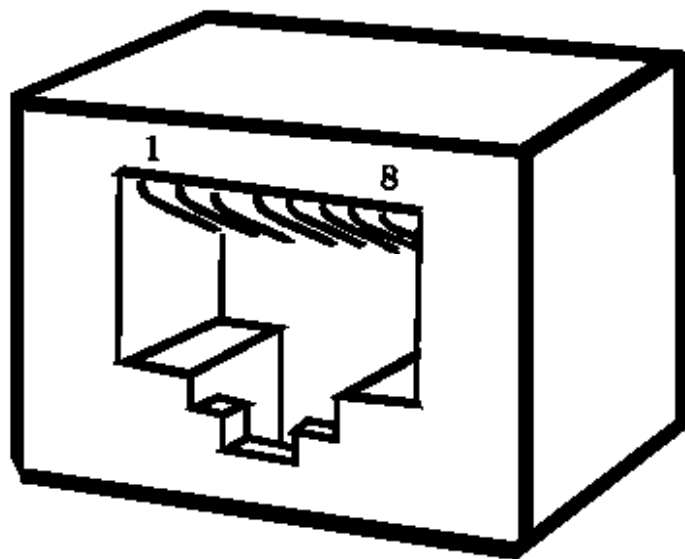
EIA/TIA 568 A

## Cablaggio orizzontale: placchetta utente

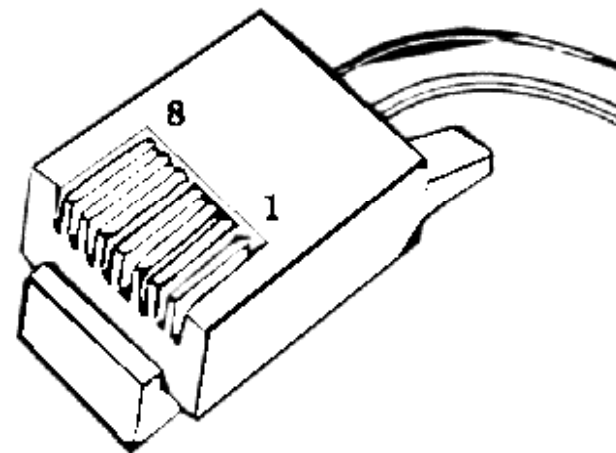
- Deve contenere almeno due cavi
  - » almeno uno di tipo UTP a 4 coppie di categoria 3 o sup.
    - Intestato su una presa RJ45
  - » uno qualunque dei cavi ammessi per il cablaggio orizzontale
    - di solito UTP



# RJ45: prese e connettori



**Presa Femmina da parete**



**Spinotto (plug) maschio volante**

EIA/TIA 568 A

## Altri connettori

- Per cavi 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)
- Per fibra ottica:
  - » è ammesso soltanto il connettore SC
  - » il connettore ST viene ammesso soltanto nei casi di cablaggi già esistenti

EIA/TIA 568 A

## Principali norme d'installazione

- Riguardano solo gli aspetti che impattano maggiormente sulla qualità del cablaggio:
  - » messa in opera dei cavi UTP
  - » cablaggio sotto moquette
  - » messa a terra
- Altre regole da rispettare
  - » quelle vigenti nella nazione in cui viene realizzato il cablaggio se più stringenti di quelle dello standard stesso

# Norme d'installazione 1

- Cavo UTP:

- » Massima tensione di tiro applicabile

- 110 N (11,3 KG)

- » Raggio di curvatura

- categoria 3 ammette un minimo di 25,4 mm

- categoria 4 e 5 ammette un minimo pari a 8 volte il diametro esterno del cavo

- » Tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore

## Norme d'installazione 2

- Undercarpet
  - » No locali umidi
  - » Moduli quadrati per pavimentazione
- Messa a terra
  - » su cavi di tipo schermato
  - » su cavi fibra ottica se protetti da guaine metalliche.

EIA/TIA 568 A

## Identificazione dei cavi

- Per ogni cavo dorsale:
  - » un numero unico
    - identificativo del cavo
    - numero coppie (cavo multicoppia) o numero di fibre
  - » es 4005/1-300
    - cavo numero 4005 contenente le coppie da 1 a 300
- Per ogni WAC (Work Area Cable)
  - » una targhetta
    - riferimento al palazzo
    - riferimento al piano
    - riferimento al posto di lavoro (tre caratteri)
    - riferimento all'armadio di piano
      - es. "PG04102F"

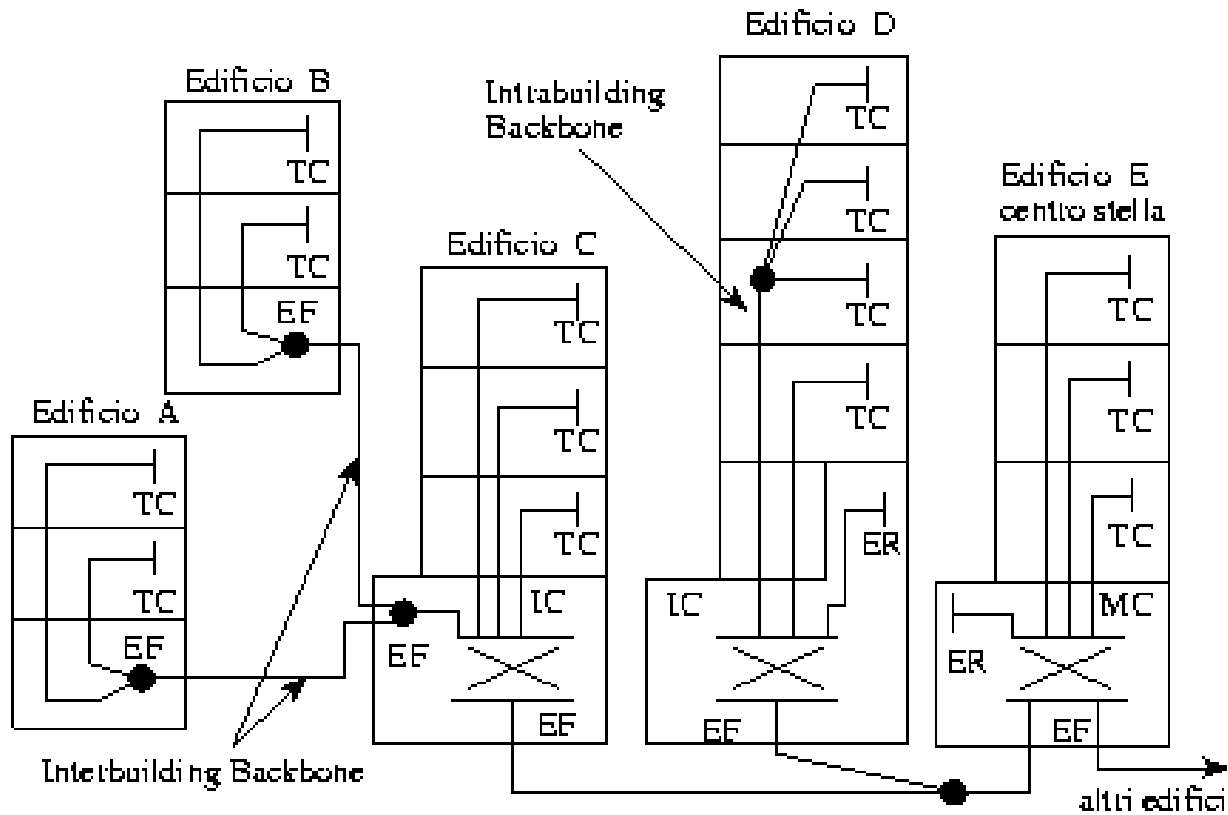
EIA/TIA 568 A

## Documentazione

- Progetto logico dell'intero comprensorio
- Progetto logico singolo edificio
- Tabella dorsali
  - » identificativo di tutti i cavi
  - » coppia armadi cui ogni cavo è attestato
- Tabella di armadio
  - » connessioni tra armadio e posto lavoro
    - tabella delle permutazioni
      - percorso permutatore- posto di lavoro

# EIA/TIA 568 A

## Esempio Progetto logico





## EIA/TIA 568 A

### Esempio tabella delle permutazioni

Posto lavoro	Patch panel	Blocco #	Posizione	Coppie attive	Tipo di utilizzo
PG04102F	A-08	05	04	2 e 3	Ethernet
PG04103F	A-08	05	05	2 e 3	Ethernet
PG04104F	A-08	05	06	1	Telefono
PG04105F	A-08	05	07	2 e 3	Ethernet
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PG04110F	A-08	05	24	1	Telefono
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
PG04127F	A-08	06	19	2 e 3	Ethernet
PG04128F	A-08	06	20	1	Telefono
PG04129F	A-08	06	21	1	Telefono
PG04130F	A-08	06	22	1	Telefono

## Lo standard ISO/IEC 11801

- Standard internazionale
- Riprende ed estende lo standard americano EIA/TIA
  - » nomenclatura leggermente diversa
  - » concetto classi di lavoro
  - » caratteristiche dettagliate dei mezzi trasmissivi
  - » non ammette cavi coassiali
  - » test rigorosi per il controllo delle categorie dei cavi in rame
  - » non specifica la documentazione del progetto

ISO/IEC 11801

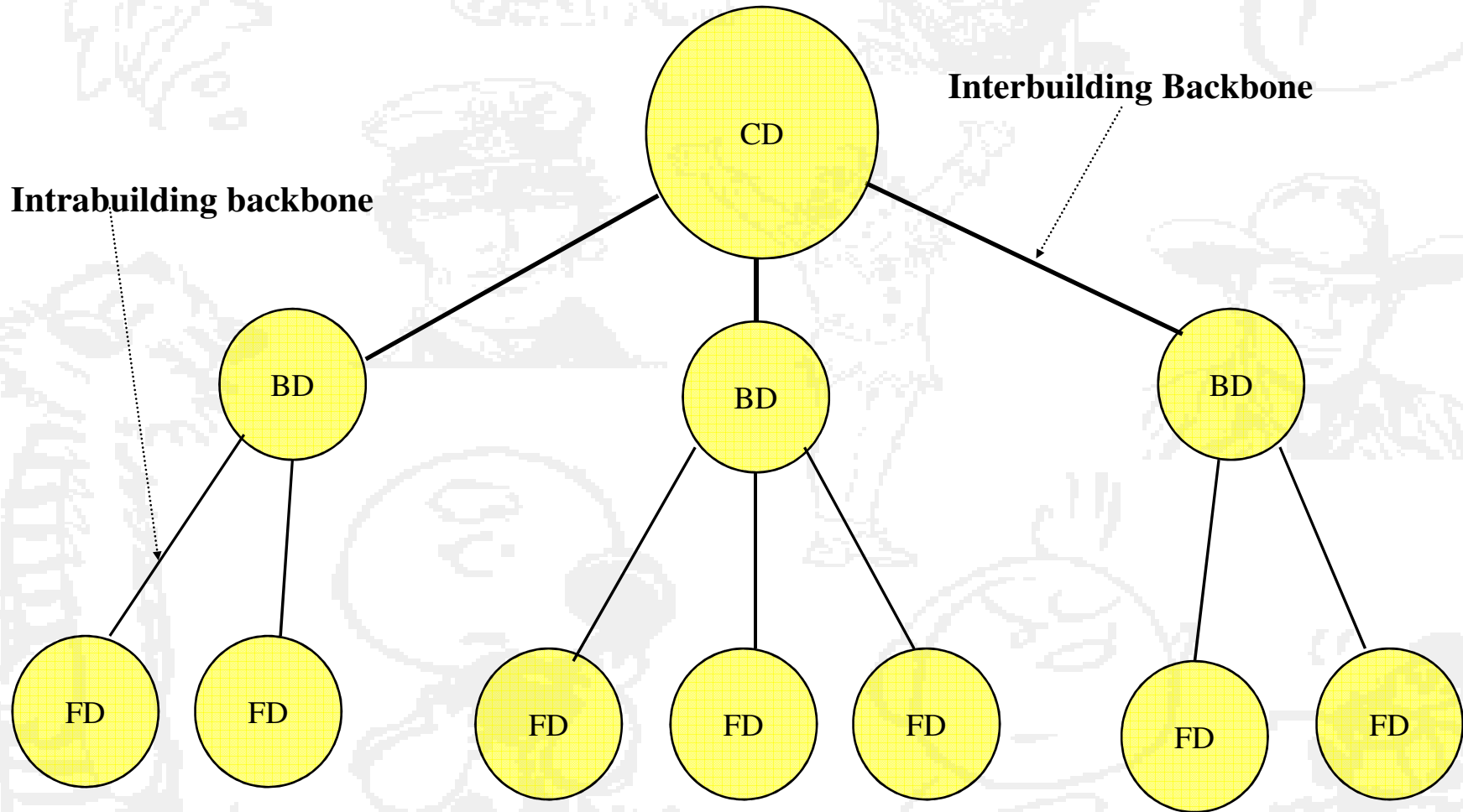
## Nomenclatura

- Campus Distributor (CD)
  - » centro stella di comprensorio
- Building Distributor (BD)
  - » centro stella di edificio
- Floor Distributor (FD)
  - » centro stella di piano

# Topologia

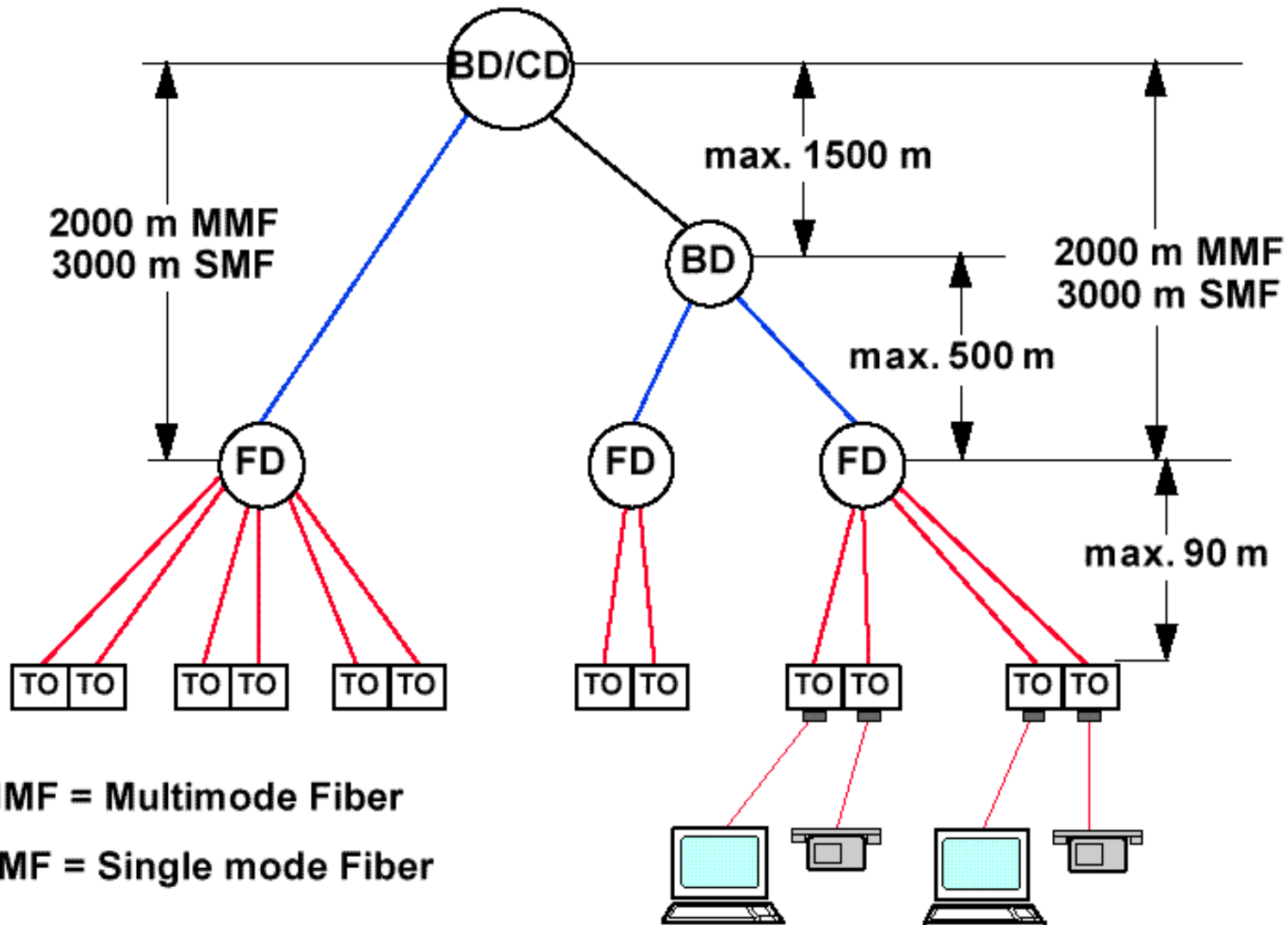
- Stellare gerarchica su tre livelli
  - » Primo livello
    - CD
  - » Secondo livello
    - BD
  - » Terzo livello
    - FD
- E' possibile connettere cavi di dorsale tra livelli uguali di gerarchia

ISO/IEC 11801  
Topologia



# ISO/IEC IS 11801

## Distanze



ISO/IEC 11801

## I mezzi trasmissivi

- Fibre ottiche
  - » multimodali
  - » monomodali
- Cavi UTP e FTP a 4 coppie
  - » impedenza 100  $\Omega$  o 120  $\Omega$
- Cavi multicoppie schermati e non
  - » impedenza 100  $\Omega$  o 120  $\Omega$
- cavi STP
  - » impedenza 150  $\Omega$

ISO/IEC 11801

## Cavi ammessi per dorsali:

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



ISO/IEC 11801

## Classificazione delle connessioni

- Lo standard ISO/IEC inserisce il concetto di classe delle connessioni
- 5 Classi
  - » 4 per cavi in rame
  - » 1 per la fibra ottica
- Un cablaggio strutturato sarà classificato in funzione delle caratteristiche dei link utilizzati per realizzarlo.

## Classificazione delle connessioni

- 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 (fino a 1 MHz)
  - » classe C
    - per applicazioni ad alta velocità (fino a 16 MHz)
  - » classe D per applicazioni ad altissima velocità (fino a 100 MHz)
- La certificazione della fibra ottica è trattata separatamente

## Classificazione delle connessioni

- La classificazione delle connessioni avviene in funzione dei valori di alcuni parametri qualitativi delle connessioni stesse:
  - » Attenuazione del link
    - Misura della perdita in potenza del segnale
      - in scala logaritmica (dB)
  - » Diafonia del link (Near End Cross Talk NEXT)
    - Misura di quanto un cavo disturba un altro cavo vicino
  - » Attenuation to Cross-talk Ratio
    - Rapporto tra Attenuazione e NEXT

ISO/IEC 11801

## 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 11801

## 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

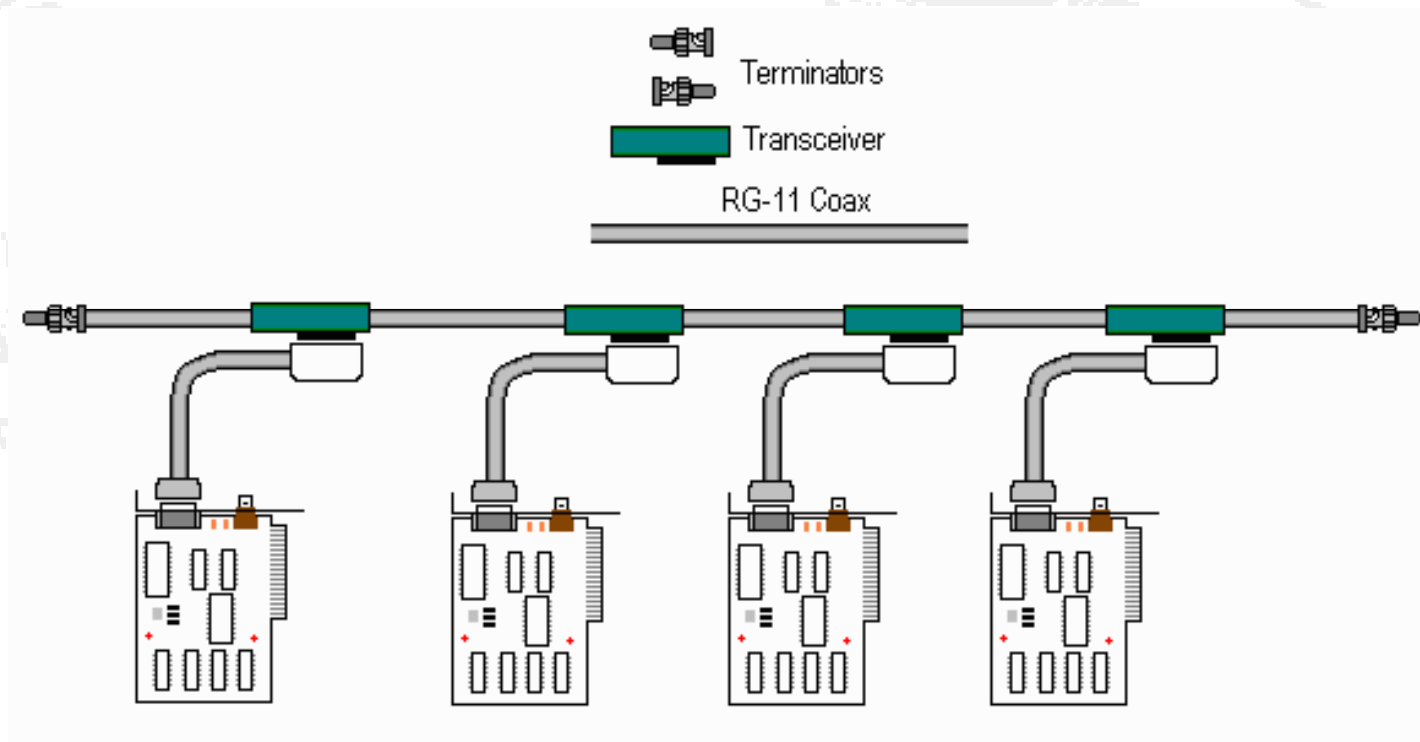
ISO/IEC 11801

## ACR del link

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

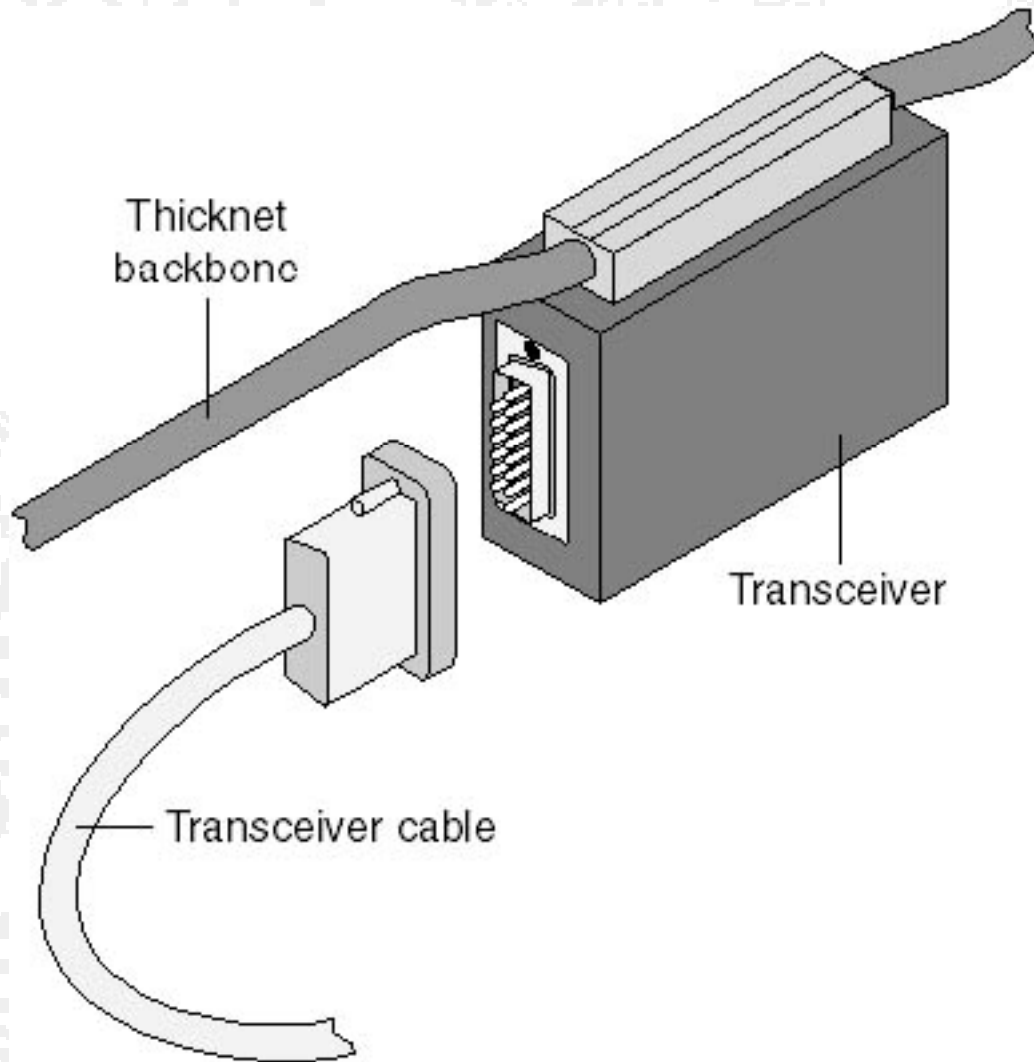
<b>Frequenza MHz</b>	<b>ACR minimo dB</b>
1	-
4	40
10	35
16	30
20	28
31.25	23
62.5	13
100	4

# Ethernet 10base5





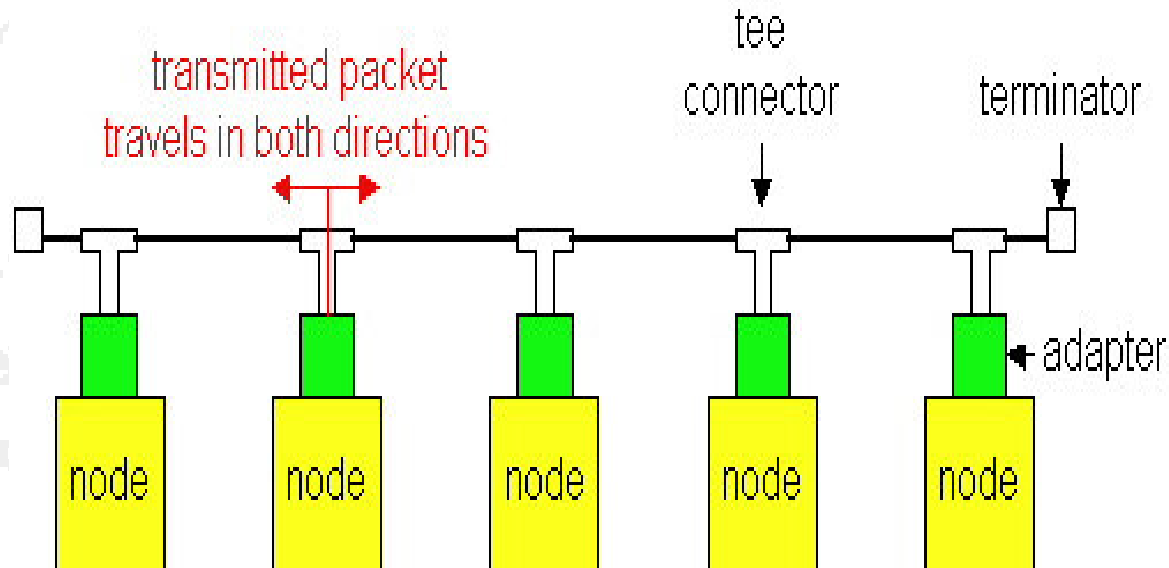
# Ethernet 10base5: transceiver





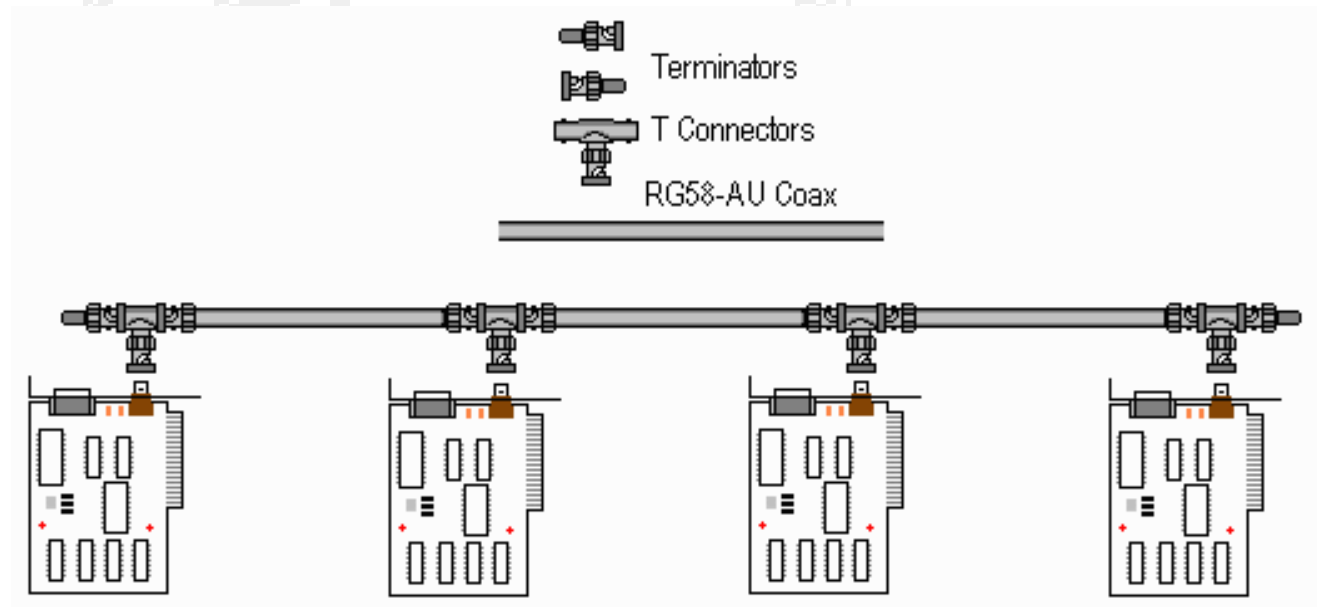
# Ethernet Technologies: 10Base2

- 10: 10Mbps; 2: massima lunghezza del cavo: 200 metri
- Topologia a bus su cavo coassiale sottile (thin)

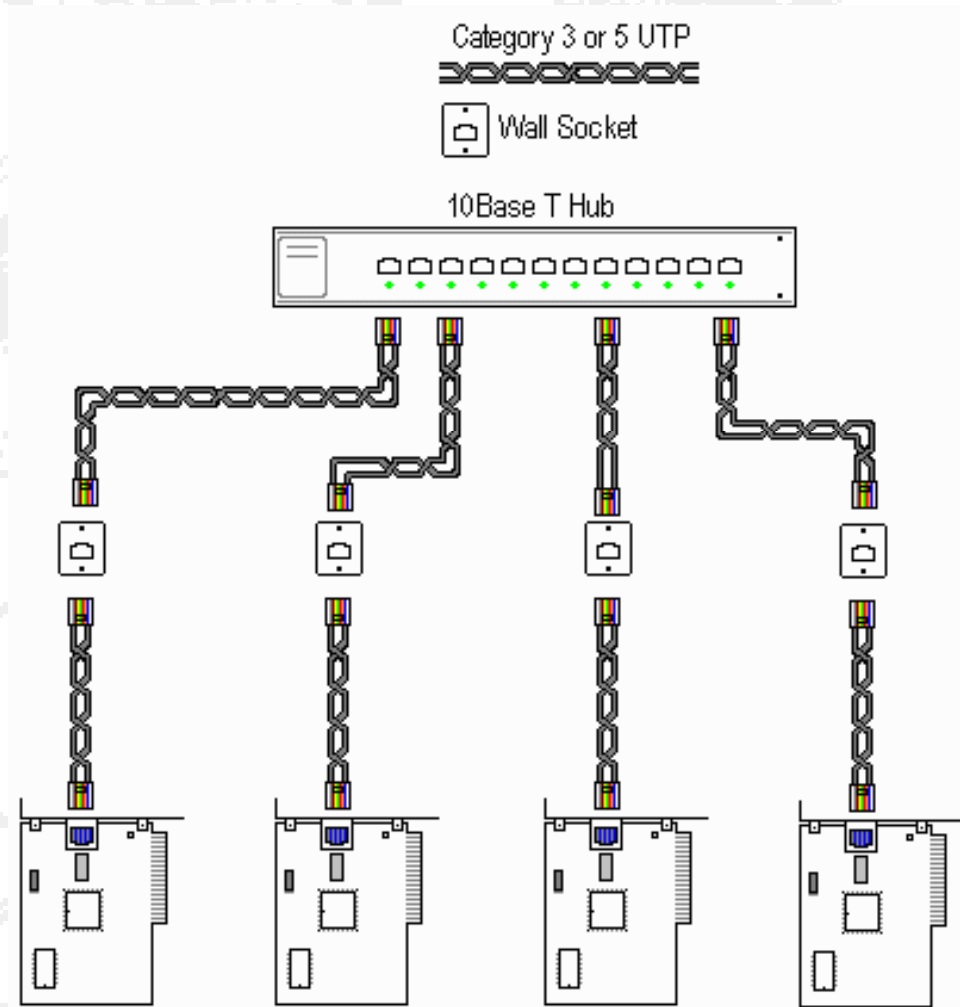


- Impiego di ripetitori per collegare più segmenti
- I ripetitori ritrasmettono i bit in entrata da un'interfaccia verso le altre interfacce:
  - » entità di livello fisico

# Ethernet 10base2

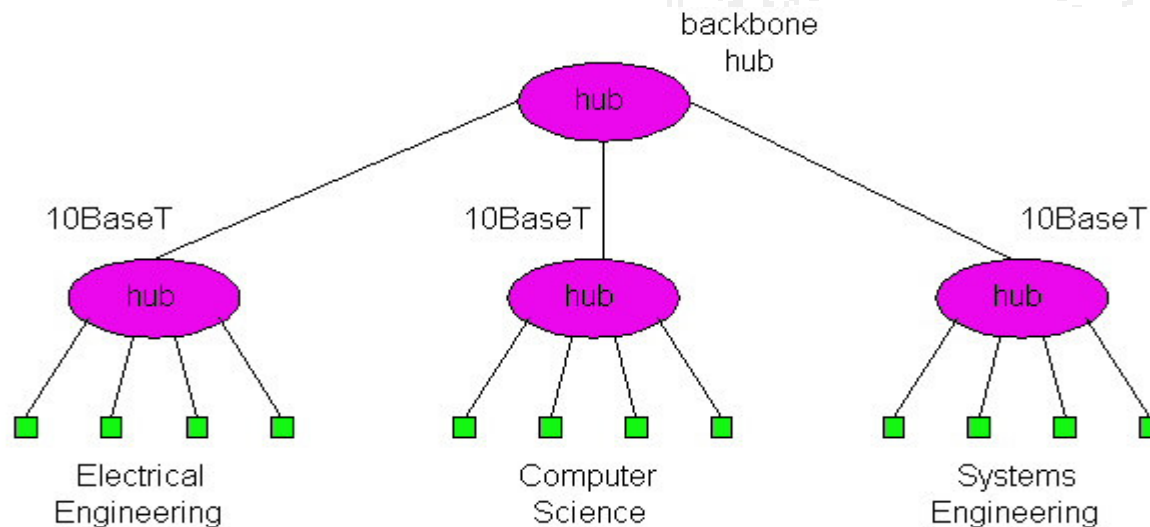


# Ethernet 10baseT



# 10BaseT e 100BaseT (1/2)

- 10/100 Mbps
- La versione a 100Mbps è nota come “fast ethernet”
- T sta per Twisted Pair (doppino intrecciato)
- Topologia “a stella”, mediante un concentratore (hub) al quale gli host sono collegati con i doppini intrecciati



## 10BaseT e 100BaseT (2/2)

- Massima distanza tra nodo e hub pari a 100 metri
- Gli hub possono disconnettere le schede malfunzionanti:
  - » “jabbering”
- Gli hub possono:
  - » fornire informazioni utili al monitoraggio
  - » collezionare statistiche per effettuare previsioni, agevolando il compito degli amministratori della LAN