

Il cablaggio strutturato di edifici

1 Il cablaggio strutturato degli edifici

“ Il **cablaggio strutturato** è una metodologia di progetto e realizzazione degli impianti di telecomunicazione (sia fonia sia dati) interni agli edifici. Tale metodologia si è resa necessaria a causa della crescente complessità degli impianti telefonici e delle reti dati. ”

Una rete di poche macchine, o limitata a un solo laboratorio, può essere realizzata utilizzando un semplice concentratore e qualche decina di cavi. Se, invece, si vuole dotare un intero edificio di prese telematiche da cui sia possibile il collegamento sia alla rete locale sia a sistemi telefonici, allora è opportuno pianificare un intervento sull'intero edificio per realizzare un "cablaggio strutturato".

Oggi il numero degli apparecchi e le diverse funzionalità dei sistemi di telefonia e di reti LAN richiedono la posa di grandi quantità di cavi in modo capillare in ogni parte dell'edificio. La rapida obsolescenza tecnologica crea inevitabili interventi di riconfigurazione su tali sistemi o, spesso, interventi straordinari che sono tanto più costosi quanto meno flessibile è l'impianto.

L'industria e gli enti formatori hanno fornito una risposta a questo problema, che ha cambiato totalmente il modo di vedere gli impianti, creando allo stesso tempo interi nuovi settori di mercato e nuove professioni. Si progetta sin dall'inizio l'impianto di telecomunicazioni separato dall'impianto di distribuzione dell'energia. Si integrano fin dove possibile i diversi servizi di comunicazione in un'unica infrastruttura polivalente, allo scopo di rendere l'impianto flessibile e migliorarne la gestibilità. Il tutto si riassume parlando di **cablaggio strutturato e integrazione dei servizi**.

Un progetto basato su questi principi elimina la distinzione tra impianto telefonico e rete dati (e anche tra diversi tipi di rete di dati). Si parla, invece, di **impianto integrato fonia/dati** con vita propria, indipendente dalle applicazioni e dai sistemi utilizzatori. Tutto

Il tempo di validità minima di un progetto è di almeno 10 anni e quindi si considera che durante questo periodo non sia necessario apportare modifiche sostanziali al cablaggio. Le specifiche dello standard riguardano i seguenti aspetti:

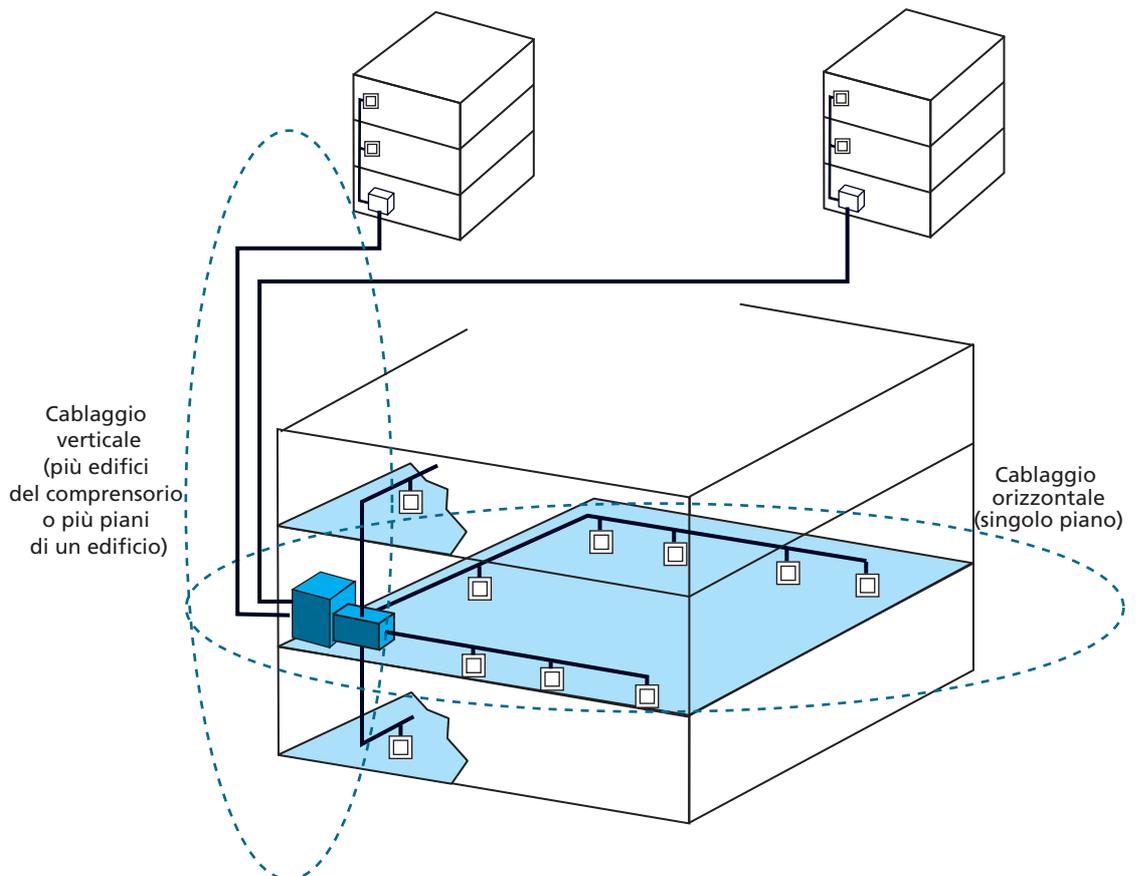
- la topologia
- le dorsali
- i mezzi trasmissivi
- gli elementi del cablaggio
- il cablaggio orizzontale
- le norme di installazione
- l'identificazione dei cavi
- la documentazione

Analizziamoli in dettaglio.

2.2 La topologia

La topologia fisica del cablaggio è di tipo a stella mentre quella logica è di tipo a bus. Il cablaggio si suddivide in:

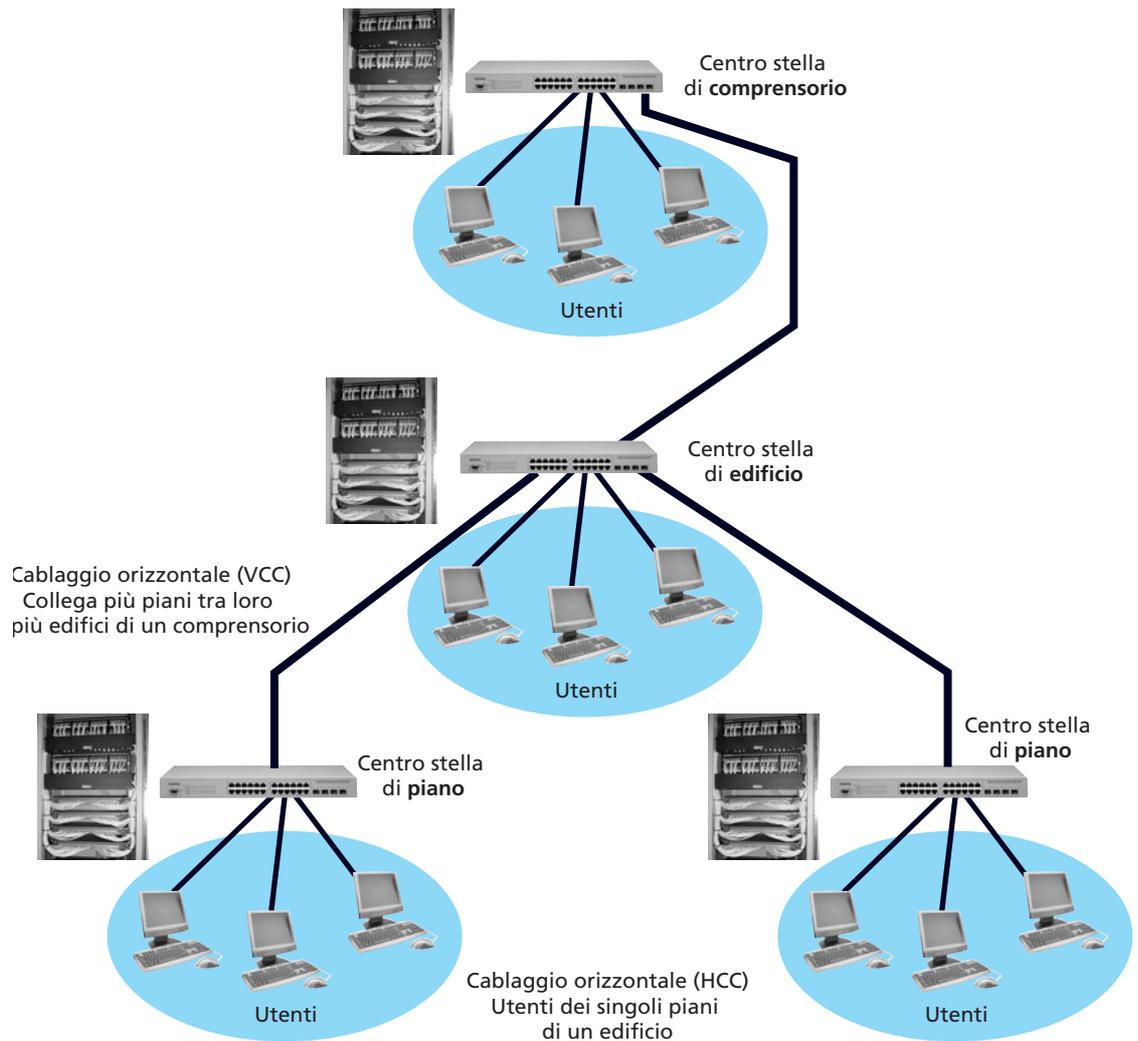
- **cablaggio di dorsale** o **cablaggio verticale** o **VCC** (*Vertical Cross-Connect*) perché si riferisce alla dorsale che collega i vari piani di un edificio ma può riferirsi anche alla dorsale che collega edifici diversi di uno stesso comprensorio;
- **cablaggio orizzontale** o **HCC** (*Horizontal Cross-Connect*) perché si riferisce al cablaggio del singolo piano.



Il cablaggio può essere rappresentato attraverso un **albero** per evidenziare la sua **struttura gerarchica** (Fig. 1).

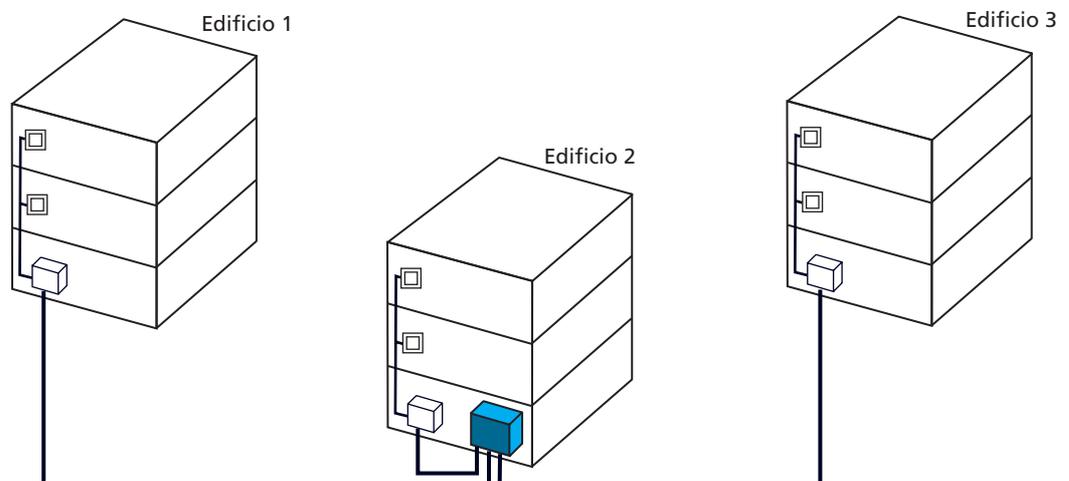
Dalla figura emerge la terminologia tecnica utilizzata per distinguere i vari elementi nodali dell'albero, vedremo in dettaglio questi elementi nei paragrafi successivi.

Figura 1
Struttura gerarchica
di un cablaggio



Ciò che si nota immediatamente è che tale gerarchia ha 3 livelli:

- livello **compressorio** (livello più alto)
- livello **edificio** (livello intermedio)
- livello **piano** (livello più basso)



Nei casi in cui l'edificio sia unico o il compressorio sia formato da palazzine con un solo piano, i livelli gerarchici sono due.

2.3 Le dorsali

Figura 2



Le dorsali (**backbone**) sono gli elementi portanti del cablaggio e possono interconnettere:

- edifici diversi con l'edificio centro-stella del comprensorio (**interbuilding backbone**)
- armadi di piano diversi con l'armadio di piano di edificio (**interbuilding backbone**) (Fig. 2).

Le distanze ammesse per le dorsali variano a seconda dei mezzi trasmissivi utilizzati e delle interconnessioni da effettuare:

TIPO DI CAVO	DISTANZA SENZA RIPETITORI
Fibra ottica	2000 metri
Cavo UTP	meno di 100 metri
Cavo STP	meno di 200 metri
Cavo coassiale	500 metri per lo standard RG8 e RG11, 180 metri per lo standard RG58 (thinnet)

Ovviamente la scelta dipende non solo dalla distanza da coprire ma anche dalla

“ **banda passante** cioè la quantità di dati che “può passare attraverso il cavo” ogni secondo ”

nonché dal costo dei cavi e dei connettori.

2.4 I mezzi trasmissivi

I mezzi trasmissivi ammessi e più usati sono:

- cavi coassiali con impedenza da 50 Ohm (circa 10 Mbit/sec);
- fibre ottiche multimodali (hanno un'enorme ampiezza di banda che dipende però dal tipo di cavo e dalla lunghezza della tratta; valori possibili sono dell'ordine dei 40 Gbit/sec, ma si può arrivare ai Tbit/sec);
- cavi UTP (Unshielded Twisted Pair) a 4 coppie (CAT5, circa 100 Mbit/sec). Sono cavi non schermati cioè non protetti da interferenze elettromagnetiche;
- cavi STP (Shielded Twisted Pair) a 4 coppie (circa 100 Mbit/sec). Sono cavi schermati cioè protetti da interferenze elettromagnetiche.

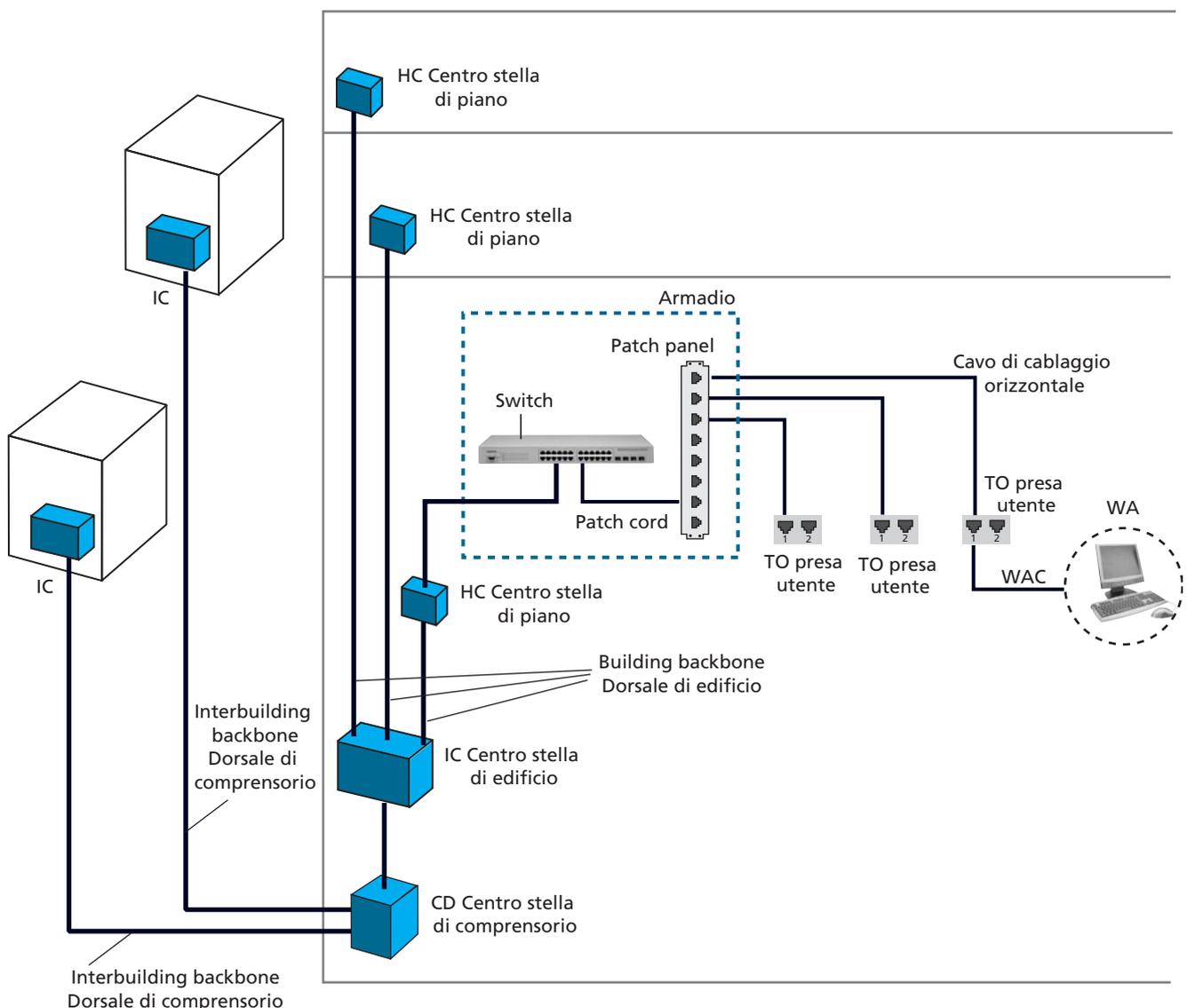
2.5 Elementi del sistema di cablaggio

Di seguito sono riassunti i principali elementi che incontriamo nella terminologia tecnica del cablaggio strutturato.

- **Centro stella di comprensorio** (o di **primo livello**) o **CD** (*Campus Distributor*) termine ISO/IEC, è costituito da un locale tecnico o da un armadio situato nell'edificio centrale di un comprensorio, da cui vengono distribuiti i cavi di dorsale agli altri edifici. Nella nor-

mativa americana EIA/TIA 568 viene chiamato **MC** (*Main Cross-Connect*) cioè il distributore principale a livello più alto nella gerarchia del cablaggio.

- **Centro stella di edificio** (o di **secondo livello**) o **Permutatore intermedio** o **Armadio di permutazione intermedio** o **BD** (*Building Distributor*) termine ISO/IEC, è costituito da un locale tecnico o da un armadio di distribuzione di un edificio facente parte di un comprensorio, da cui si diparte il cablaggio orizzontale ed eventuali estensioni di dorsali ad altri piani dell'edificio. Nella normativa americana EIA/TIA 568 viene chiamato **IC** (*Intermediate Cross-Connect*).
- **Centro stella di piano** (o di **terzo livello**) o **HC** (*Horizontal Cross-Connect*) o armadio di piano o **TC** (*Telecommunication Closet*) è un elemento passivo costituito dall'armadio di piano dal quale vengono distribuiti i cavi che raggiungono l'utente attraverso il cablaggio orizzontale. È un apparato passivo che ha il solo scopo di permettere una comoda gestione dei collegamenti tra le prese utente e gli apparati attivi (switch e PBX). È fatto solo di prese montate sui pannelli (pach panel). È il terzo livello di gerarchia del cablaggio che in alcuni casi può coincidere con l'IC. Nei casi in cui l'edificio sia unico o il comprensorio sia formato da palazzine con un solo piano, i livelli gerarchici sono due.
- **Dorsale di comprensorio (Interbuilding Backbone)** è la dorsale di interconnessione tra edificio che contiene il *centro-stella di comprensorio* e un altro edificio. Essa parte dal centro stella di comprensorio (**MC**) e termina su un *centro stella di edificio* (**IC**).
- **Dorsale di edificio (Building Backbone)** è la dorsale di interconnessione tra il *locale tecnologico di edificio* (**MC**) e l'*armadio di piano* (**HC**).



- **Locale tecnico** o **ER** (*Equipment Room*) o **wiring closet** contiene gli **apparati passivi**, quali pannelli di permutazione ed elementi per stabilizzare la tensione di alimentazione delle apparecchiature che potrebbe alterare il loro corretto funzionamento. Può contenere anche **apparati attivi** quali: centralini telefonici.
- **POP** (*Point Of Presence*) identifica il locale in cui il gestore del servizio telefonico ha attestato le linee telefoniche per il servizio dell'intero edificio.
- **Area di lavoro** o **WA** (*Work Area*) identifica il posto di lavoro dell'utente.
- **Centralino telefonico** (**PBX**, *Private Branch eXchange*).
- **Pannello di permutazione** (**Patch Panel**) Contiene una presa per ogni cavo orizzontale proveniente da una presa utente. Ogni cavo si intesta sul retro della presa del pannello. Questa verrà poi utilizzata da un cavetto di permutazione detto **Patch Cord** (o bretella) che la collegherà all'apparato attivo opportuno. Invece di portare il cavetto direttamente sull'apparato attivo, si può usare un patch panel anche per l'apparato attivo. Così i cavetti di permutazione collegano solo punti tra path panel.
- **Presa utente** (**TO**, *Telecommunication Outlet*) è la presa utente che deve essere presente in ogni locale e che può contenere due o più connettori RJ45 (la normativa richiede almeno due prese per ogni postazione di lavoro). Alla presa utente si collega un telefono o il computer con la scheda ethernet o un qualsiasi apparecchio con interfaccia RJ45.
- **Cavetto di interconnessione** o **WAC** (*World Area Cable*) serve per collegare la presa utente (TO) al posto di lavoro (Wa).

2.6 Il cablaggio orizzontale

Il cablaggio orizzontale, attualmente tutto su cavi UTP, interconnette le aree di lavoro all'armadio di piano e deve essere progettato per fornire i seguenti servizi minimi:

- trasporto di fonia;
- trasmissione in modalità seriale;
- trasporto dati per reti locali;
- trasporto di segnale per il controllo dei dispositivi all'interno dell'edificio.

La topologia fisica è sempre di tipo a stella a partire dall'armadio di piano. Le distanze ammesse sono di 3 m per i cavi di interconnessione (WAC) e di 2 m per i cavetti di permutazione. In questo modo, sommando la lunghezza dei cavi di interconnessione con la lunghezza del cablaggio orizzontale (massimo 90 m) si resta all'interno dei 100 m fissati dalla normativa per il cavo UTP CAT5.

Figura 3

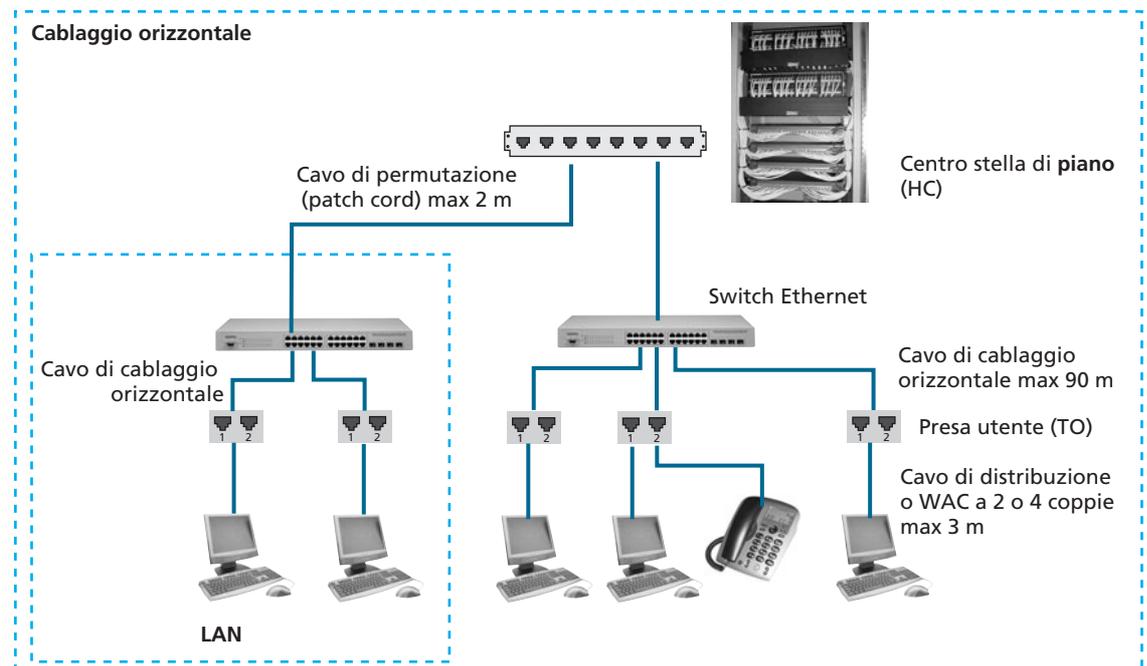


Figura 4



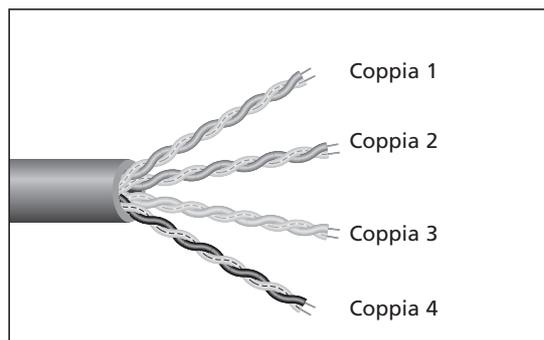
La **presa a muro** o **placchetta**, relativa al singolo posto di lavoro (WA), deve contenere due o più cavi, di cui almeno uno deve essere di tipo UTP a 4 coppie di categoria 3 o superiore. Il cavo UTP va intestato in una presa **RJ45**. All'interno della presa deve esserci un secondo cavo, che può essere un qualunque dei cavi ammessi per il cablaggio orizzontale. Nella maggior parte dei casi è un cavo UTP CAT5.

2.7 Cavi e canalette

I cavi del cablaggio orizzontale saranno posati in apposite **canalette** e terminati agli estremi da prese a muro o a pannello (RJ45 femmine).

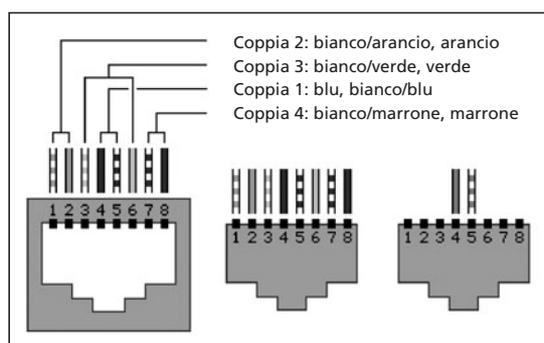
La soluzione più semplice e flessibile per la posa dei cavi è quella di utilizzare canalette metalliche o di materiale plastico ispezionabili di dimensioni adeguate (4 x 6 cm o superiori) in cui possono essere posti anche altri cavi purché non di alimentazione elettrica. I cavi dati possono cioè viaggiare assieme alle linee telefoniche, ma non alle linee elettriche. È opportuno quindi valutare la struttura dell'edificio al fine di verificare quali sono i percorsi e le soluzioni più convenienti. La posa dei cavi è un lavoro che può essere svolto da un elettricista di fiducia, ma il disegno della dorsale e la localizzazione degli apparati di rete è bene sia discusso con personale informatico esperto.

Figura 5
Cavo UTP
a 4 coppie



La **figura 5** mostra un cavo **UTP** a 4 coppie. Il cavo va intestato sui connettori di una presa RJ45. Il cavo UTP è quello più semplice, è non schermato e le coppie sono intrecciate in una guaina. Il tipo **FTP** (*Foiled Twisted pair*) contiene, invece, una schermatura realizzata con un foglio di alluminio che avvolge il cavo prima della guaina esterna.

Figura 6
Presina RJ45
(a destra)



La **figura 6** mostra una presa RJ45 e due spine. La prima mostra come realizzare i collegamenti per intestare cavi a 4 coppie (cavo diretto, standard EIA568A). La seconda spina RJ45 riportata a destra della figura mostra come collegare alla spina RJ45 la singola coppia di un cavo telefonico: il filo rosso e il bianco-rosso vanno rispettivamente sui pin 4 e 5.

2.8 La progettazione del cablaggio

Per realizzare un cablaggio strutturato occorrono quindi due tipi di dispositivi:

- elementi passivi: i supporti di trasmissione (cavi e pannelli di permutazione) per il trasporto dei dati;
- gli apparati attivi (schede di rete, concentratori, etc.) in grado di generare e interpretare i pacchetti di dati e su cui saranno attestati i supporti trasmissivi.

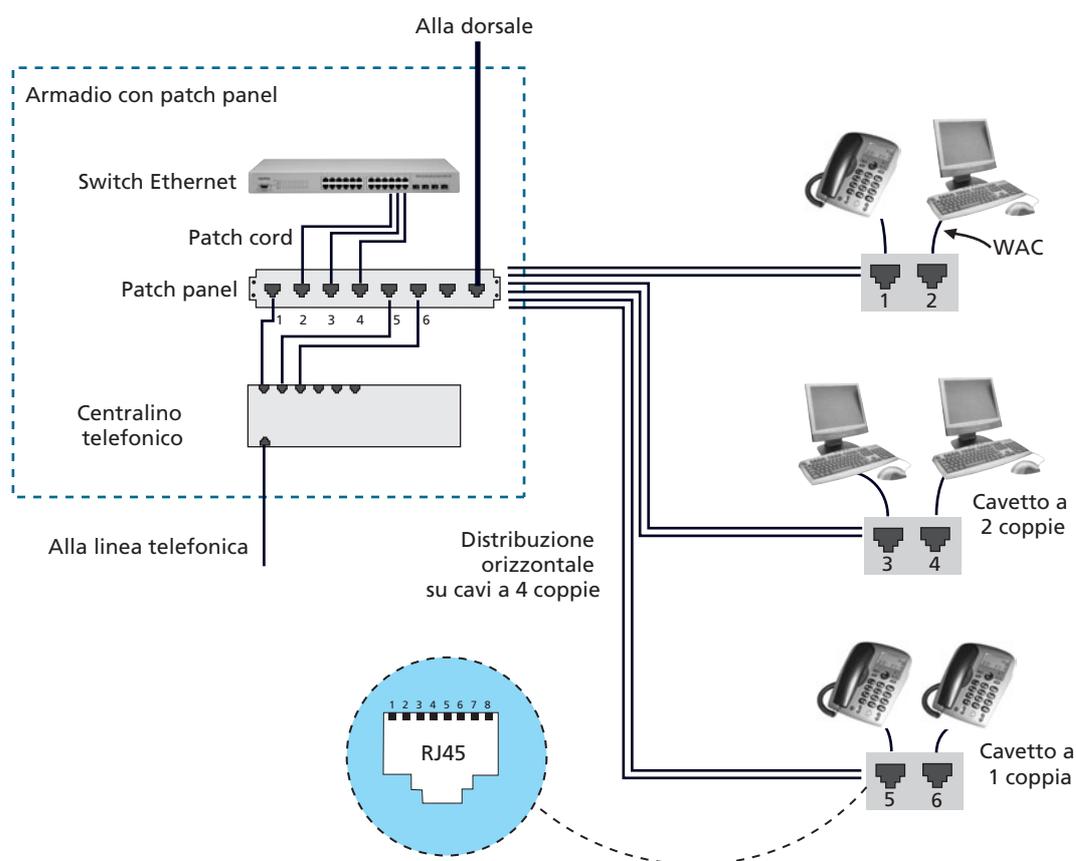
Una parte onerosa del cablaggio è costituita dalla posa in opera delle canalette all'interno delle quali passano i cavi.

Un'altra operazione da eseguire in fase di progettazione dell'impianto è l'individuazione dei siti dove posizionare gli armadi di permutazione contenenti elementi attivi (switch, router, firewall) e passivi (permutatori di vario livello: di comprensorio, di edificio, di piano).

La dorsale del cablaggio verticale collega tra di loro più armadi di permutazione.

Solitamente in un armadio di permutazione sono presenti i pannelli (patch panel) a cui vanno attestati i cavi UTP facendo uso di prese RJ45 (femmine). Inoltre sono disponibili alcuni ripiani su cui possono essere posti gli apparati attivi (hub, switch, repeater). Attraverso i cavi patch cord o bretelle (corti cavi UTP terminati con spine RJ45) si possono attivare i singoli cavi UTP del cablaggio orizzontale che arrivano sul pannello collegandoli alle porte di rete degli apparati attivi.

Figura 7
Dettagli del
cablaggio
orizzontale



2.9 Flessibilità del sistema di cablaggio

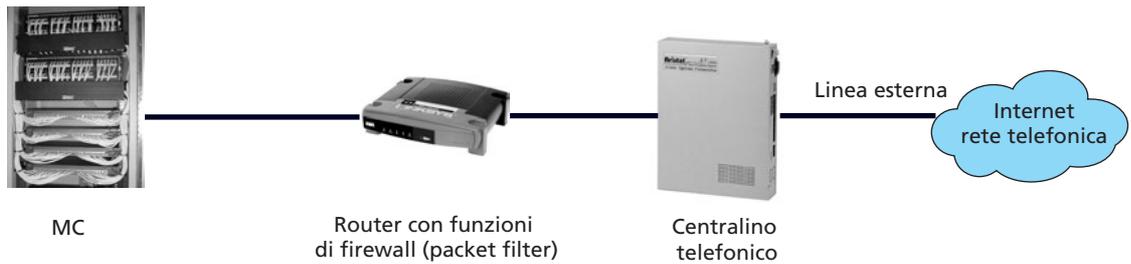
Il cablaggio strutturato si presenta **flessibile** perché la stessa presa che si utilizza per collegare il computer alla rete locale Ethernet, può essere riutilizzata, ad esempio, per collegare un telefono analogico standard alla linea telefonica senza alcun intervento al cablaggio orizzontale.

Si deve solo permutare la terminazione del relativo cavo nel centro stella spostando il connettore dallo switch Ethernet al centralino telefonico. Ciò è possibile solo se l'impianto è stato fatto con cavi a 4 coppie intestate su connettori RJ45 e se anche i telefoni analogici usano spine RJ45.

2.10 Collegamento con Internet

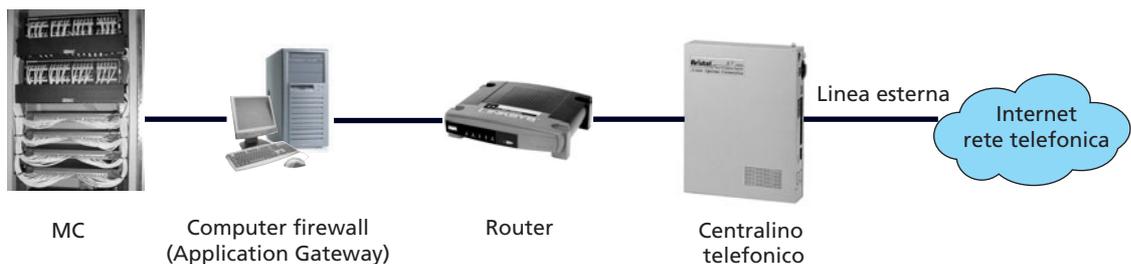
Per collegare a Internet la rete che si sta realizzando, occorre inserire tra la linea telefonica e il CD un router che funzioni anche da firewall, secondo la tecnica del **packet filtering** (Fig 8).

Figura 8
Collegamento a Internet con firewall di tipo packet filter



Se invece è presente un computer adibito a vero e proprio firewall si può applicare la tecnica dell'**application gateway** (Fig 9). Ovviamente una non esclude l'altra.

Figura 9
Collegamento a Internet con firewall di tipo Application Gateway



2.11 Assegnare gli indirizzi IP

Nella rete che andiamo a creare ogni dispositivo deve possedere un indirizzo IP. Tali indirizzi sono visibili solo all'interno della rete ma non sono utilizzabili o direttamente visibili da Internet.

Possiamo assegnare alla nostra rete privata qualsiasi tipo di indirizzo di classe A, B o C. Basterebbero quelli di classe B o C se il numero totale di computer è inferiore a 254. Se decidiamo per gli indirizzi IP di classe A (del tipo 10.0.0.0) possiamo suddividere la rete in modo gerarchico, attribuendo uno specifico significato a ogni byte in modo semplice e intuitivo, ad esempio:

- al primo byte è attribuita la classe A;
- al secondo byte è attribuito il numero della palazzina o del piano: 1 per la prima palazzina (o il primo piano), 2 per la seconda (o il secondo piano) ecc.;
- al terzo byte il numero di laboratorio o di aula: 1 per il Lab 1, 2 per il Lab 2 ecc. da 10 a 254 per i diversi locali delle palazzine;
- al quarto byte il numero progressivo del dispositivo: da 1 a 64534.

Con l'indirizzamento 10.0.0.0 e la subnet mask: 255.255.0.0, abbiamo a disposizione: 254 subnet e 64534 Host per subnet.

3 Un esempio di cablaggio: una rete scolastica di medie dimensioni

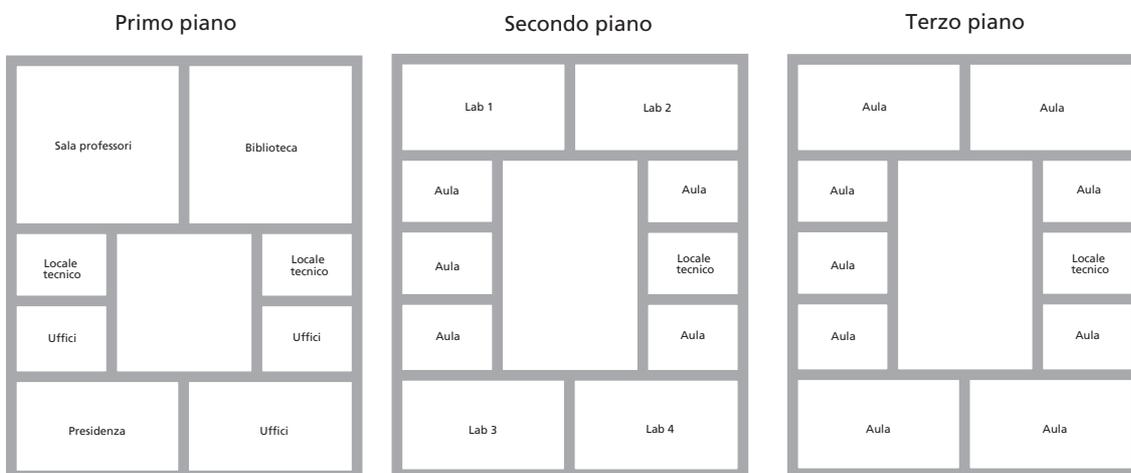
Prendiamo in esame il caso di una scuola di medie dimensioni in cui si voglia realizzare un cablaggio strutturato che raggiunga ogni laboratorio, ufficio e classe.

L'edificio che si vuole cablare è costituito da tre piani.

- Al primo piano sono presenti gli uffici amministrativi costituiti da 3 stanze, la sala professori, la biblioteca, l'ufficio di presidenza.
- Al secondo piano sono presenti 4 laboratori e 5 aule.
- Al terzo piano sono presenti 9 aule.

Nelle aule dovrà essere presente una presa a muro con due connettori RJ45. Si potrà così utilizzare la presa di rete con un portatile o con un carrello dotato di PC e apparecchiature multimediali con la funzione di stazione mobile per le lezioni. Si prevede la connessione a Internet da parte di ogni partizione di lavoro.

Figura 10



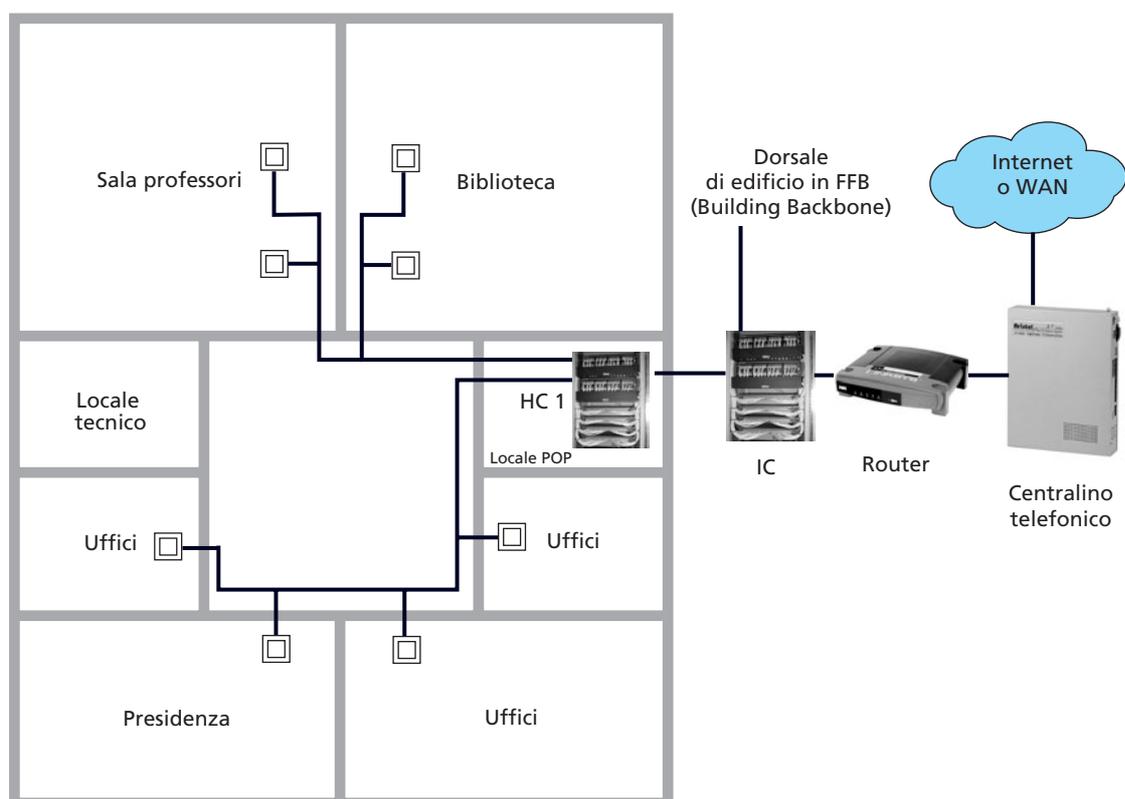
3.1 Operazioni preliminari, scelte tecniche e posizionamento degli apparati

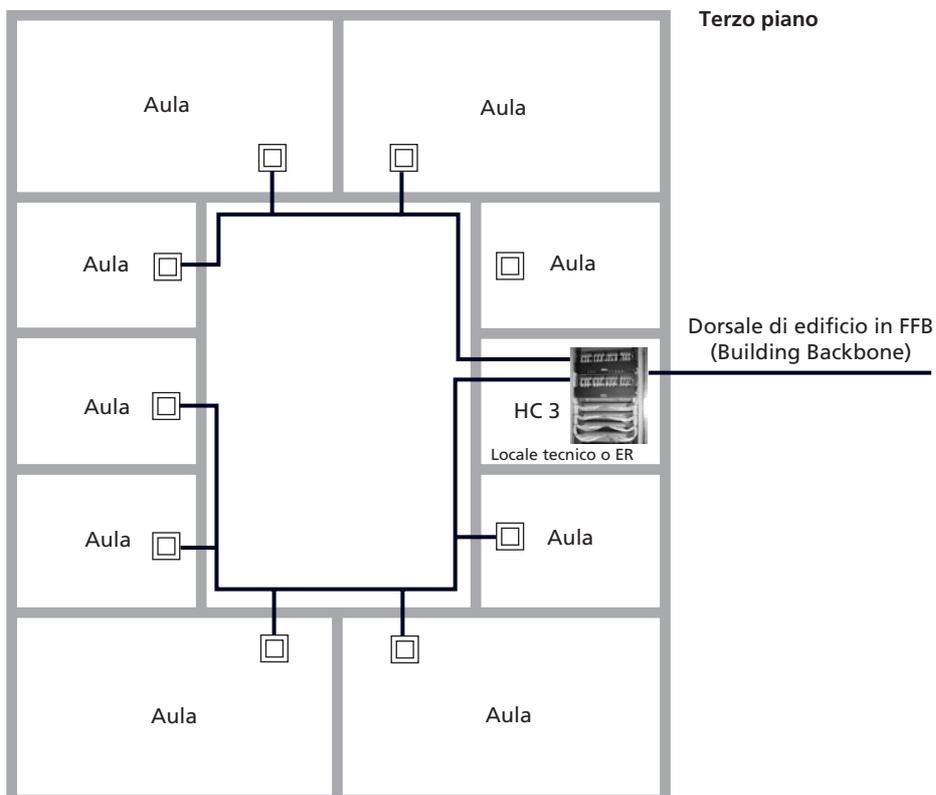
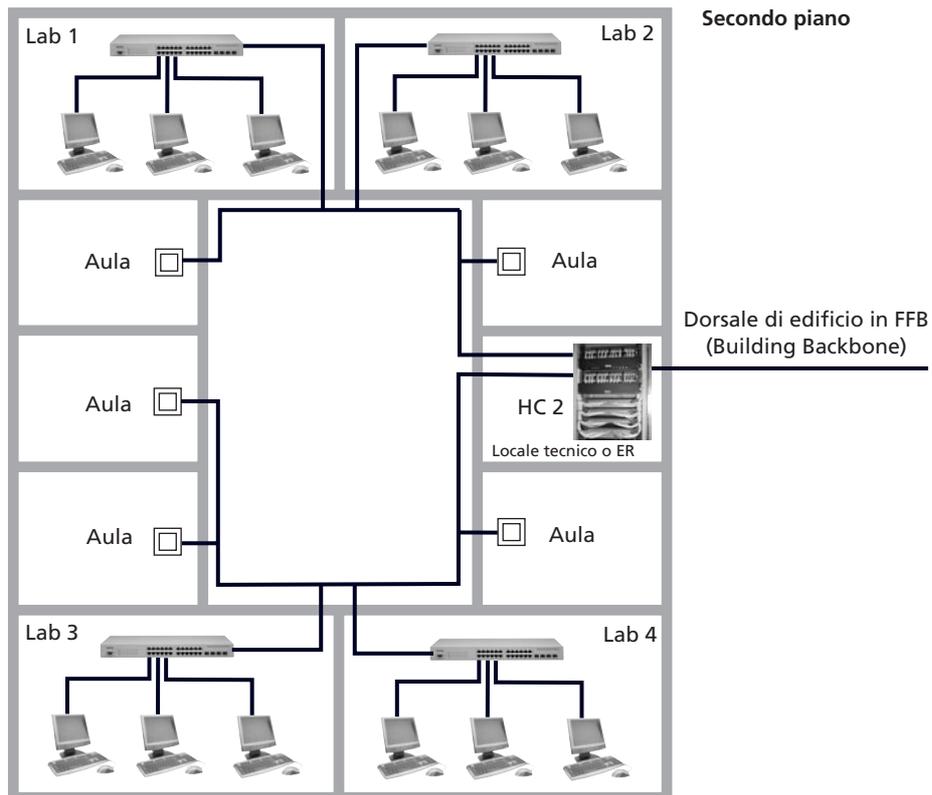
In base a un sopralluogo e all'analisi della piantina della scuola si è deciso:

- il numero e le posizioni delle **prese a muro** in base alla funzione svolta dai singoli locali;
- il percorso dei **cavi** (e quindi delle canaline) e la loro lunghezza;
- la posizione dove installare gli armadi di permutazione.

Le piantine di seguito illustrate mostrano la dislocazione di tali elementi.

Figura 11
Piantine dei vari piani dell'edificio





3.2 Le dorsali

Per le dorsali (**backbone**) si utilizzerà:

- *fibra ottica multimodale* (1 Gbps) per il **cablaggio verticale**;
- *cavo UTP CAT5* (100 Mbps) per il **cablaggio orizzontale** dagli HC alle WA.

3.3 I mezzi trasmissivi

Si useranno le seguenti tipologie di cavi:

- fibre ottiche multimodali 62.5/125 μm ;
- cavi UTP a 4 coppie.

3.4 Elementi del sistema di cablaggio

Ogni piano ha un armadio di permutazione che chiameremo HC1, HC2, HC3.

Al piano terra nel locale identificato come POP inseriremo il centro stella di edificio (IC). Per le stazioni di lavoro presenti nei laboratori potrà essere conveniente avere a disposizione hub locali onde evitare di portare decine di cavi verso l'armadio di concentrazione. In questo caso sarà sufficiente avere una presa di rete nel laboratorio a cui collegare la porta di uplink dell'Hub. Un cablaggio strutturato permette di predisporre tutte le prese di rete della scuola anche senza, necessariamente, attivarle tutte fin da subito (le porte degli hub non potrebbero essere sufficienti). Quindi nell'armadio dovrà essere presente almeno uno switch a cui saranno collegati gli hub necessari. Nelle aule si potrà utilizzare la presa di rete con un portatile o con un carrello dotato di PC e apparecchiature multimediali con la funzione di stazione mobile per le lezioni.

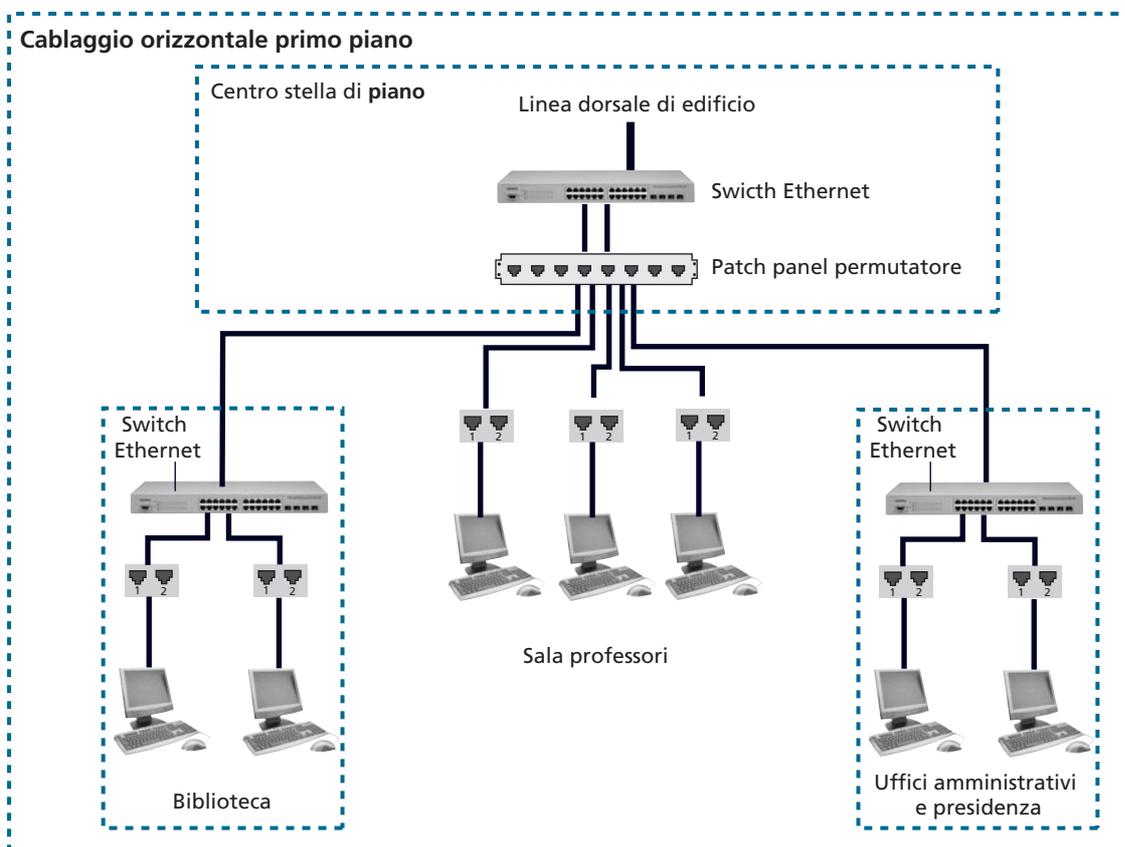
Si utilizzeranno i seguenti componenti attivi:

- un **router** (con funzioni di firewall hardware) oppure un router e un computer che svolga le funzioni di **firewall** (dipende dal budget a disposizione) da posizionare nel locale POP;
- uno **switch 10/100** con una interconnessione in fibra multimodale 62,5/125 a 1 Gbps e 16 porte 10/100 Mbps, per ogni piano;
- un **hub 10/100** con 24 porte per ogni laboratorio.

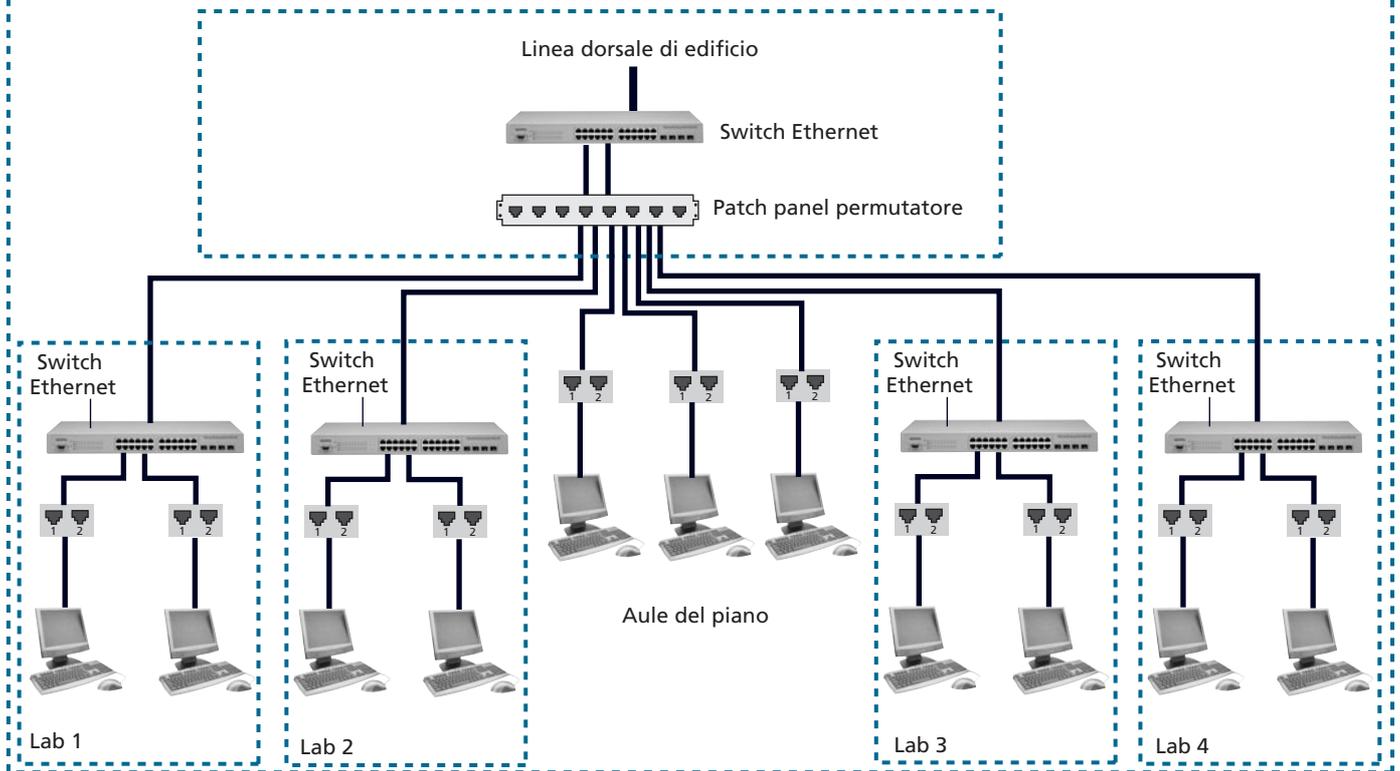
3.5 Il cablaggio orizzontale

Vediamo i cablaggi orizzontali relativi ai tre piani.

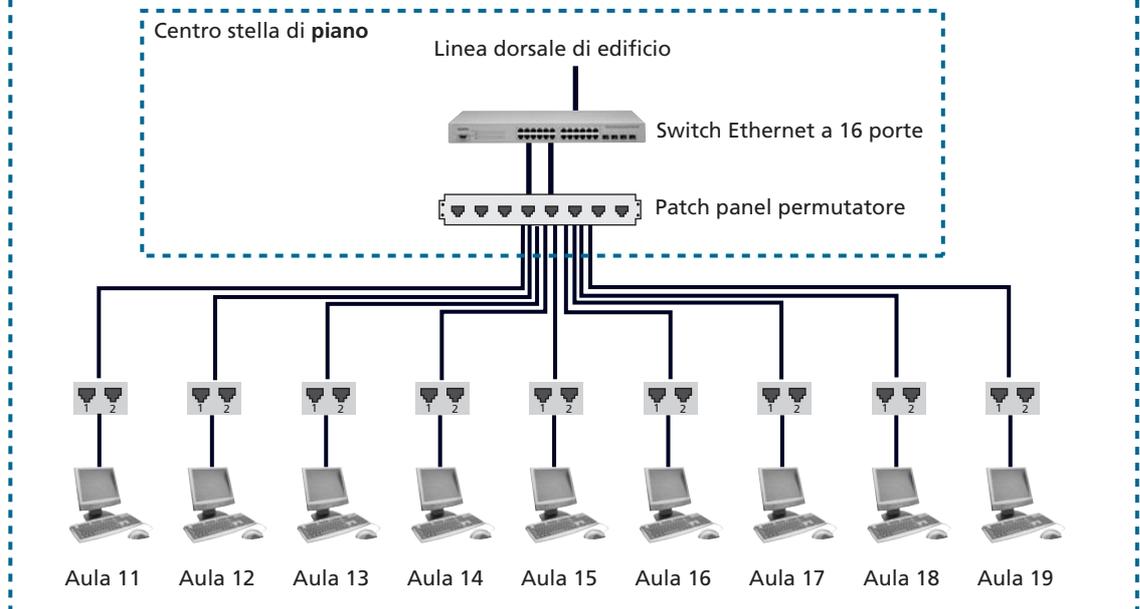
Figura 12



Cablaggio orizzontale terzo piano



Cablaggio orizzontale terzo piano



3.6 Assegnare gli indirizzi IP

Potremo assegnare indirizzi di classe B o C, poiché il numero totale di computer è inferiore a 254. Scegliamo di assegnare indirizzi IP di classe A del tipo 10.0.0.0 (privati) perché possiamo in questo modo suddividere la rete in modo gerarchico, attribuendo uno specifico significato a ogni byte in modo semplice e intuitivo, ad esempio:

- il primo byte indica la rete di classe A e vale 10;

- al secondo byte è attribuito il numero del piano: 1 per il primo piano, 2 per il secondo, 3 per il terzo (quindi 3 sottoreti, ma ne sarebbero possibili ben 254);
- al terzo byte il numero di laboratorio o di aula: decidiamo che:
 - i laboratori abbiano numeri a partire da 1, e quindi: 1 per il Lab 1, 2 per il Lab 2, 3 per il Lab 3, 4 per il Lab 4; decidiamo inoltre:
 - le aule abbiano numeri sopra il 10 quindi: i 11 per la prima aula, 12 per la seconda aula, 13 per la terza ecc;
- al quarto byte il numero progressivo della WA (computer o stampante o altro dispositivo di rete) presente nell'aula o laboratorio: da 1 a 254.

Ad esempio l'indirizzo: 10.2.3.41 indica che si tratta dell'indirizzo di un dispositivo che si trova al secondo piano, terzo laboratorio (Lab 3), caratterizzato dal numero progressivo 41.

3.7 Programmazione degli apparati attivi

Per il collegamento a Internet scegliamo di utilizzare un router, in grado di implementare un protocollo **NAT** (*Network Address Translation*) che permetta a ogni nodo della rete di accedere a Internet mediante un solo indirizzo pubblico, quello del router stesso mediante una speciale mappatura degli indirizzi privati della rete LAN sulle diverse porte dell'unico indirizzo IP disponibile. Il router può essere programmato come firewall, specificando per ogni pacchetto in entrata dall'esterno gli indirizzi IP permessi e quelli vietati secondo la tecnica del **packet filtering**. Lo stesso tipo di filtraggio può essere usato per i pacchetti in uscita verso Internet. Questo tipo di programmazione prevede la creazione e l'uso delle access list e permette mediante operatori logici, di specificare filtri inclusivi in cui vengono specificati solo gli indirizzi permessi e filtri esclusivi in cui vengono specificati solo gli indirizzi non consentiti.

Figura 13



4 Collegamenti wireless

“ Le **reti wireless** o “reti senza filo” (WLAN) sono reti di computer che utilizzano onde radio (RF) o raggi infrarossi (IR) per realizzare il collegamento tra le stazioni di lavoro. ”

Il collegamento tramite onde radio è il più utilizzato, avendo un raggio di azione maggiore, una banda e una copertura più ampia.

La velocità di trasmissione delle reti wireless è in funzione degli standard adottati. Lo standard è oggi l'IEEE 802.11g che opera nella banda di frequenza dei 2.4 GHz e promette una velocità teorica di 54 Mbit/sec e che sta velocemente soppiantando il precedente e più lento IEEE 802.11b che opera sulla stessa frequenza ma con velocità teorica di 11 Mbit/sec. Le reti wireless offrono molti vantaggi e vengono utilizzate quando si vuole:

- avere **libertà di movimento** per la propria stazione di lavoro (sale riunioni). Ciò può essere di grande utilità specialmente per applicazioni specifiche che richiedono spostamenti frequenti;
- superare eventuali **vincoli fisici** o di **tutela artistica** di un edificio, infatti non vi è necessità di far passare tracce e cavi attraverso i muri o soffitti;
- limitare i **costi del cablaggio**;
- realizzare **reti temporanee** o **urgenti** in pochi minuti.

Il mondo wireless costituisce quindi un'alternativa al cablaggio strutturato specialmente in tutti quei casi in cui non è richiesta una altissima affidabilità e una banda ampia. Non è ancora il caso di affidarsi unicamente a questa tecnologia in un laboratorio con decine di macchine in quanto il cavo è ancora meno costoso e più affidabile.

Per allestire una rete wireless è necessario disporre di un apparato centrale detto **Access Point**, e di **schede di rete wireless** da inserire sulle singole stazioni di lavoro.

Figura 14
Un Access Point



Figura 15
Una scheda wireless



L'**Access Point** è un trasmettitore radio, operante alla frequenza di 2.4 MHz, in grado comunicare con tutti gli adattatori di rete che si trovano nella sua zona di copertura. Viene solitamente collegato alla rete locale, con una porta RJ45, per fare da ponte (bridge) tra la rete wireless e la rete cablata. La potenza di trasmissione è limitata, per legge, a 10 mW.

La **scheda wireless** può essere una scheda interna da inserire sul bus PCI del computer oppure una card PCMCIA oppure un dispositivo USB. La porta PCMCIA è normalmente presente sui portatili, mentre per le stazioni di lavoro fisse la scelta ricade più spesso sulle schede interne. Le schede wireless possono comunicare con l'Access Point (reti wireless *strutturate*) o direttamente tra loro, se le distanze e il numero dei nodi sono limitati (reti wireless *ad hoc*). Le installazioni odierne offrono una copertura radio reale di circa 50 metri in orizzontale, mentre in verticale riescono a superare un solaio coprendo quindi il piano inferiore e il piano superiore rispetto a quello in cui è posto l'Access Point. Lo spessore dei muri e la consistenza dei solai incidono fortemente sulla ricezione del segnale radio; pareti o grandi armadi in metallo possono creare delle zone in cui il segnale radio risulta notevolmente indebolito. È quindi sempre opportuno fare un sopralluogo preliminare con un sistema wireless funzionante per capire se questo soddisfa le esigenze.

Possono essere utilizzati più Access Point per creare differenti zone di copertura, che funzionano come le "celle" dei telefonini, garantendo cioè il lavoro anche su un computer che viene spostato da una area all'altra.

È inoltre possibile realizzare ponti radio per estendere la rete locale su più edifici. Disponendo di due Access Point, collegati questa volta ad antenne direttive (parabole o yagi) si possono allestire ponti di trasmissione con una portata fino a 2-3 chilometri, (purché esista la visibilità ottica delle due antenne). L'uso di questi apparati è ora permesso anche sul territorio italiano grazie al decreto del 7/7/2001 che ha accolto, nella nostra normativa, la direttiva europea 1999-5-CEIT del 8/4/2000.

È inoltre possibile realizzare ponti radio per estendere la rete locale su più edifici. Disponendo di due Access Point, collegati questa volta ad antenne direttive (parabole o yagi) si possono allestire ponti di trasmissione con una portata fino a 2-3 chilometri, (purché esista la visibilità ottica delle due antenne). L'uso di questi apparati è ora permesso anche sul territorio italiano grazie al decreto del 7/7/2001 che ha accolto, nella nostra normativa, la direttiva europea 1999-5-CEIT del 8/4/2000.

4.1 Un esempio di cablaggio con postazioni wireless

Modifichiamo l'esempio del *cablaggio della scuola* visto nel paragrafo precedente in modo da introdurre collegamenti wireless.

La situazione dei piani rimane la stessa dell'esempio precedente tranne che per il terzo piano dove faremo uso di una soluzione wireless anziché di cablaggio strutturato.

Aggiungiamo, pertanto:

- un **Access Point** che posizioneremo in modo tale da coprire tutto il piano (le distanze coperte rientrano nel raggio di azione dell'apparato);
- tante **schede di rete** quanti sono i computer destinati a essere trasportati nelle aule. Supponiamo che ce ne siano 4 a disposizione su carrello per l'attività didattica in aula;
- un **permutatore di piano** al quale collegare l'access point affinché possa collegarsi con il resto della rete della scuola.

Figura 16

