

IL CABLAGGIO STRUTTURATO

HowTo

versione 1.0

Ottobre 2006

a cura di

(Francesco Crescentini)

revisioni:

v. 1.0 prima versione

Sirti S.p.A.

Via Stamira d'Ancona, 9

20127 Milano

retro della copertina

(inserito per la gestione delle stampe in fronte retro)

Indice dei Contenuti

1	Scopo del documento.....	2
1.1	Introduzione.....	2
1.2	Obiettivi.....	2
2	Generalità.....	3
2.1	Il Cablaggio Strutturato - Definizione.....	3
2.2	Componenti.....	4
2.3	Applicazioni.....	5
2.4	Standard di Riferimento.....	5
2.5	Categorie e Classi.....	6
2.6	Sviluppi Tecnologici.....	7
3	Aspetti e problematiche impiantistiche.....	9
4	Normative Tecniche e Legislative.....	12
5	Il Cablaggio negli Studi Tecnici.....	14
6	Conclusioni.....	16
7	Ringraziamenti, Licenza.....	18
7.1	Ringraziamenti.....	18
7.2	Licenza.....	18
8	Impaginazione di questo documento.....	19

1 Scopo del documento

Questo documento vuole essere una guida, rivolta a persone inesperte nella materia, per la comprensione e la scelta della soluzione tecnologica di impianto di rete locale (LAN) più idonea alle proprie esigenze lavorative.

1.1 Introduzione

Il documento nasce come una libera raccolta di concetti, definizioni e normative nell'ambito della materia dei Cablaggi Strutturati che vengono ad oggi impiegati come supporto trasmissivo di 1^o Livello OSI (Open System Interconnection), o Livello Fisico.

Non vuole essere un manuale di utilizzo del sistema o impianto. Nel documento viene detto “*che cos'è*”, “*che cosa fare*” ma non “*come farlo*”.

Per istruzioni dettagliate sul “*come fare*” occorre fare riferimento ai manuali di installazione ed alle schede di prodotto fornite dai singoli costruttori.

1.2 Obiettivi

L'obiettivo che ci si prefigge è quello di dare al lettore quegli elementi teorici e pratici necessari a comprendere le caratteristiche e le peculiarità prestazionali di quello che sta diventando uno degli impianti fondamentali di cui dotare i nostri uffici, piccoli e grandi che siano, allo scopo di realizzare quella nervatura di cavi e componenti necessari a supportare le applicazioni informatiche che, attraverso apparati di rete come switch, router, access point, PC, server ecc. costituiscono la base della dotazione di Information Technology intesa come mezzo indispensabile allo svolgimento della specifica attività lavorativa dello Studio Tecnico professionale.

2 Generalità

I continui sviluppi nell'ambito dell' ICT ed in particolare nel settore del Networking, hanno ormai sancito un ruolo fondamentale per il Cablaggio Strutturato. Nella fase di progettazione di nuovi edifici da adibire a sedi di Società od Uffici del cosiddetto "terziario avanzato", come pure nella progettazione impiantistica dello Studio Tecnico professionale, non si può prescindere dalla predisposizione, accanto agli impianti tradizionali quali gli impianti elettrici, impianti di illuminazione, impianti di allarme e rilevazione incendio, impianti di sicurezza e controllo accessi, anche di un impianto per la trasmissione delle informazioni (voce, dati, immagini, ecc.).

La necessità di usufruire dei nuovi servizi di telecomunicazione fa nascere oggi l'esigenza di dotare di un adeguato supporto trasmissivo anche gli edifici residenziali, cioè quelli destinati prevalentemente ad uso abitativo ma anche come sede di piccole attività professionali come ad es. gli Studi Tecnici di Ingegneria. Dal semplice cablaggio telefonico si è passati al cablaggio avente caratteristiche più evolute per collegare tra loro PC (ad es. per il telelavoro), apparecchi multimediali (televisioni ed audio) e quelli di automazione domestica (domotica).

2.1 Il Cablaggio Strutturato - Definizione

Una definizione di Cablaggio Strutturato è quella di infrastruttura per il trasporto di informazioni all'interno di un'area limitata (edificio, campus) e costituita da un insieme di componenti passivi (cavi, connettori, prese e permutatori) posti in opera seguendo le indicazioni stabilite dalle Normative e dagli Standard oltre che, ovviamente, alle raccomandazioni del costruttore di suddetti componenti al fine di conseguire rispettivamente la Certificazione dell'Impianto e la Garanzia pluriennale.

L'aggettivo "strutturato", oltre a distinguerlo dai cablaggi cosiddetti *proprietary* cioè progettati per supportare solo determinate applicazioni specifiche, sta a significare che il cablaggio nel suo complesso è suddiviso in segmenti o sottosistemi che hanno una particolare funzione ed i cui componenti devono soddisfare precise caratteristiche e parametri stabiliti dagli Standard quali, per citarne solo alcuni, la lunghezza massima consentita ai singoli collegamenti ed i valori misurati dei parametri trasmissivi.

I suddetti vincoli vengono imposti al fine di garantire che l'impianto così realizzato sia in grado di supportare le Applicazioni di trasporto dati, voce, video e segnali sia attuali che previste nel futuro e tutto questo in maniera indipendente dai prodotti e produttori di apparati attivi. Inoltre il cablaggio dovrà assicurare alte prestazioni in termini di larghezza di banda utilizzabile, grande flessibilità per far fronte alle inevitabili riconfigurazioni ed infine una adeguata possibilità di espansione, per ridurre al minimo i costi per adeguamenti ed ampliamenti che si rendessero necessari nel suo periodo di "vita".

Vanno considerati infatti due aspetti molto importanti quando ci si appresta a decidere sulla scelta di una nuova infrastruttura informatica nella sua globalità: la sua **durata** ed il **costo** di realizzazione e mantenimento.

Per ciò che riguarda la **durata** prevista dell'investimento, tipicamente dobbiamo prendere in esame almeno tre aspetti principali che sono costituiti dal Software la cui durata media, per quella determinata versione è non più di un anno; poi abbiamo la componente costituita dagli apparati attivi di rete (dai PCs ai Server alle apparecchiature di Networking quali Switch e Router) che mediamente vengono rinnovati ogni 5 o 6 anni; infine abbiamo il Cablaggio Strutturato che deve garantire una durata operativa ed il supporto delle applicazioni informatiche non inferiori ai 15 anni.

D'altro canto le stesse componenti, se considerate dal punto di vista del **costo**, assumono un peso completamente invertito rispetto alla situazione appena vista per la durata: il SW costituisce la parte preponderante dell'investimento a causa della sua elevata obsolescenza temporale, seguito dal costo per l'acquisto o rinnovo degli apparati e dei PC, mentre il Cablaggio Strutturato occupa la parte più bassa di questa graduatoria con costi abbastanza contenuti se rapportati alla sua validità temporale. Si valuta che un impianto di Cablaggio Strutturato costituisca uno 0,5 – 2% dell'intero manufatto (nuovo edificio con tutte le sue parti impiantistiche tradizionali).

2.2 Componenti

Come già richiamato, il Cablaggio Strutturato è costituito da un insieme di cavi speciali e componenti passivi che permettono di realizzare e gestire uno o più circuiti fisici dedicati per ogni utilizzatore.

La Fig. 1 rappresenta la configurazione tipica di un Cablaggio Strutturato di un edificio di medie dimensioni, con evidenza dei diversi sottosistemi, o aree, che lo compongono.

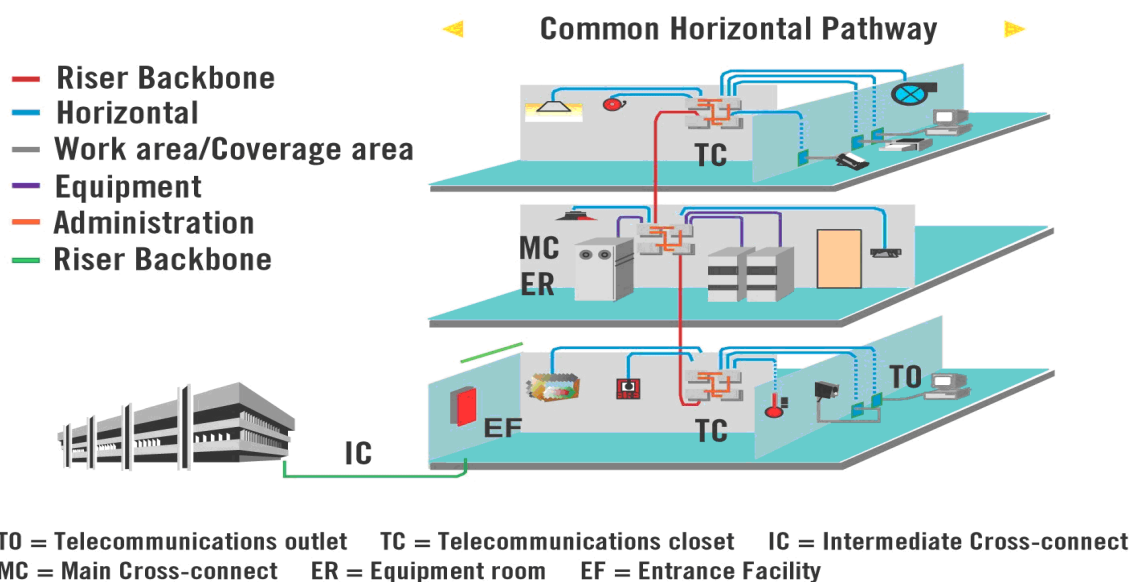


Fig. 1 Schema generale di un Cablaggio Strutturato (Fonte Systemax)

I componenti impiegati per la realizzazione delle suddette aree e dei collegamenti tra loro necessari sono principalmente i seguenti:

- **Permutatori**, in grado di contenere, in spazi ridottissimi, un elevato numero di cavi;
- **Pannelli passacavi**, per un ordinato alloggiamento dei cavi di permutazione;
- **Cavi di permutazione, costituiti** da cavetti di potenzialità compresa tra 1 e 4 coppie di conduttori multifilari flessibili;
- **Pannelli di terminazione RJ45**, per la terminazione dei cavi di distribuzione orizzontale nei TC.
- **Presa Utente**, rappresenta il punto di accesso alla rete.
- **Cavi**, per il collegamento tra i suddetti componenti principali. In un impianto di Cablaggio Strutturato possiamo avere la necessità di impiegare una pluralità di cavi speciali che possono comunque essere raggruppati in due tipologie: cavi in rame e cavi in fibra ottica.

2.3 Applicazioni

L'applicazione principale del Cablaggio Strutturato è quella di costituire il mezzo trasmissivo previsto dal Livello 1 del modello ISO/OSI per servizi di trasmissione fonia e dati.

La **Tabella A** allegata alla fine del presente documento riporta, in maniera dettagliata, le diverse applicazioni nel caso di impiego di cavo UTP (Unshielded Twisted Pair); vengono inoltre riportate le velocità di trasmissione raggiungibili e le distanze ammissibili.

Ma il Cablaggio Strutturato trova anche altri promettenti settori di utilizzo, ad esempio quelli relativi all'Automazione degli Impianti Tecnologici per il collegamento di apparati di gestione centralizzata con i vari dispositivi di controllo e regolazione in campo, quale supporto ai sistemi di Regolazione HVAC, sistemi di Security&Safety (Controllo Accessi, Rilevazione Incendio, TVcc ecc.). Questo è reso possibile grazie alla elevata modularità, flessibilità di utilizzo, affidabilità e capillarità con cui è possibile estendere e ramificare il cablaggio all'interno ed all'esterno dell'edificio, fino a costituirne il suo sistema nervoso centrale sul quale convogliare tutti i segnali e le informazioni che sono alla base del funzionamento dei moderni edifici.

2.4 Standard di Riferimento

Abbiamo visto che una delle prerogative del Cablaggio Strutturato è quella di costituire il mezzo fisico attraverso cui apparati di trasmissione diversi, costruiti da produttori diversi e destinati ad applicazioni altrettanto diverse siano in grado di colloquiare tra loro in maniera trasparente e con la

migliore affidabilità e prestazione in termini di elevata velocità di trasferimento delle informazioni, elevata larghezza di banda disponibile e basso BER (Bit Error Rate) cioè tasso di bit trasmessi in maniera errata.

Trattandosi di componenti passivi, i parametri che vengono presi a riferimento nella fase di progettazione e costruzione del singolo componente sono sia quelli comuni quali resistenza, capacità, induttanza, che nel loro complesso definiscono l'impedenza del mezzo fisico vero e proprio, sia quelli che caratterizzano in maniera più approfondita e dettagliata le qualità trasmissive del "canale" quali attenuazione, diafonia (NEXT e FEXT e tutte le loro varianti e metodi di calcolo), perdite di ritorno per disadattamenti di impedenza (Return Loss, RL) ed ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio), fino ad arrivare ai valori di Ritardo di trasmissione (Delay), Ritardo Differenziale (Delay Skew) ed in particolare la cosiddetta "Alien Crosstalk", parametri introdotti recentemente per meglio caratterizzare il comportamento di componenti di cablaggio strutturato operanti alle alte frequenze ed elevate velocità trasmissive.

A fronte di tutto ciò esistono, come noto, degli Enti ed Associazioni Internazionali che stabiliscono di comune accordo gli Standard di riferimento applicabili ai vari settori delle tecnologie. Per quanto riguarda in particolare il settore del Cablaggio Strutturato possiamo richiamare nel seguito i principali enti di standardizzazione che stanno lavorando da anni con lo scopo di migliorare le "performances" di tali impianti:

- **ANSI/TIA/EIA (Stati Uniti e Canada)**
- **ISO/IEC (Internazionale)**
- **CENELEC (Europa)**

Si ricorda infine che gli Standard definiscono le specifiche minime per i componenti del cablaggio strutturato e sono quindi regole volontarie e non obbligatorie .

2.5 Categorie e Classi

Gli Standard richiamati al capitolo precedente definiscono alcune caratteristiche di comportamento complessivo che vengono identificate come Categoria o Classe. Più in particolare possiamo individuare una prima differenza tra le due definizioni: si parla principalmente di Categoria nell'ambito dello Standard TIA/EIA mentre quelli emanati dall'ISO/IEC e CENELEC specificano la Classe. Un'altra differenziazione è quella mediante la quale con Categoria vengono definite le prestazioni di un singolo componente (cavo, presa, cordone di permutazione) mentre la Classe stabilisce il comportamento complessivo di una connessione messa in opera per una determinata applicazione (cioè l'intero canale trasmissivo).

I valori dei parametri trasmissivi definiti per ciascuna Categoria/Classe, vengono riportati in apposite tabelle contenute negli Standard di riferimento e, al fine di agevolare la fase di collaudo degli impianti da parte sia dell'installatore che del tecnico professionista incaricato della Certificazione dello stesso, la strumentazione oggi disponibile sul mercato è in grado di svolgere in pochi minuti tutta una serie prestabilita di prove sui diversi parametri, confrontare i risultati ottenuti con quelli stabiliti dallo standard impostato come riferimento ed emettere un esito sulla misura del tipo Pass/Fail.

2.6 Sviluppi Tecnologici

Il notevole progresso tecnologico conseguito nei metodi di fabbricazione e la disponibilità di strumentazione di laboratorio sempre più sofisticata sia dal punto di vista hardware che software, hanno fatto sì che le caratteristiche tecniche dei vari componenti di cablaggio siano state spinte al limite prestazionale oggi raggiungibile.

Il mercato offre oggi soluzioni di prodotti sia in rame che in fibra ottica che, se propriamente installati, sono in grado di realizzare dei collegamenti end-to-end dalle prestazioni impensabili fino a pochi anni fa, quando ad esempio il classico doppino telefonico era considerato capace di supportare il segnale telefonico o al massimo un flusso dati da 9,6 Kbit/s; oltre tale velocità si passava all'uso del cavo coassiale, ritenuto più adatto a trasmettere flussi di dati superiori ad una certa soglia di velocità di cifra.

Un cablaggio strutturato realizzato con componenti di Cat. 6 / Classe E rende possibile la trasmissione di un flusso dati di 1 Gbit/s garantendo una Banda di 250MHz. Recentemente è stato ratificato da parte dell'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), lo standard Ethernet per la trasmissione dati a velocità pari a 10Gbit/s su cavo in rame di tipo UTP e distanze fino a 100 metri (Standard IEEE 802.3an 10GBASE-T). Una così elevata velocità richiede caratteristiche trasmissive del canale molto particolari in particolare per quanto attiene al valore del già accennato "Alien Crosstalk" (disturbi di diafonia causati non dalle coppie dello stesso cavo ma dai cavi adiacenti il cavo in esame) Sono stati pertanto definiti ulteriori livelli di Categorie / Classi identificate come Cat. 6_A - *Augmented* / Classe E_A (banda estesa fino a 500 MHz), Cat.7 o Classe F (Banda fino a 650 MHz) e si parla già di Cat. 7_A /Classe F_A (Banda fino a 1000 MHz o anche 1,2 GHz).

Si fa notare che queste ultime due soluzioni tecnologiche richiedono un cablaggio di tipo completamente schermato sia per quanto concerne il cavo che gli altri componenti che costituiscono il canale. Inoltre il connettore non potrà più essere del tipo standard RJ45 ma si dovrà impiegare un connettore specifico.

Anche per quanto riguarda i componenti per applicazioni in **fibra ottica**, grazie all'elevato livello tecnologico raggiunto, sono disponibili ormai da tempo sul mercato dei cablaggi strutturati importanti ed interessanti novità a cui vale la pena di accennare nel seguito per completezza di trattazione.

Iniziando dalla fibra ottica, lo Standard ISO/IEC 11801 2nd Edition e successivamente quello EN 50173 2nd Edition, hanno riconosciuto la necessità di prendere in esame applicazioni alla velocità del Gigabit, o superiore, anche e soprattutto per quanto riguarda impianti in fibra ottica e, in analogia a quanto fatto per i cavi in rame, sono state definite diverse classi:

- **OF 300** per applicazioni su collegamenti in f.o. fino a 300 metri
- **OF 500** per applicazioni su collegamenti in f.o. fino a 500 metri
- **OF 2000** per applicazioni su collegamenti in f.o. fino a 2000 metri

indicando per ognuno di essi dei valori di attenuazione ottica da non superare a seconda del tipo di fibra impiegata, Multimodale o Monomodale, e della lunghezza d'onda di trasmissione, le cosiddette "finestre ottiche".

Inoltre sono state definite ulteriori tipologie di fibre ottiche Multimodali e Monomodali come di seguito indicato:

- **OM1** per fibra MM tipo 50/125 o 62,5/125 micron
- **OM2** per fibra MM tipo 50/125 micron
- **OM3** per fibra MM tipo 50/125 micron
- **OS1** per fibra SM tipo 9/125 micron

Ognuna delle famiglie suddette presenta diversi valori di larghezza di banda, notevolmente superiori a quella presentata dalle fibre ottiche tradizionali impiegate finora nelle LAN, MAN e WAN.

Obiettivi principali di questa nuova classificazione sono quelli di definire una nuova tipologia di fibra ottica che sia immune dal fenomeno **DMD** (Differential Mode Delay), inconveniente riscontrato in applicazioni con velocità di cifra superiori al Gigabit, e di poter utilizzare una sorgente ottica di basso costo rispetto ai laser tradizionali impiegati nelle telecomunicazioni quando si sale a tali livelli di bit-rate: Questo dispositivo prende il nome di **VCSEL** (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) ed opera alla lunghezza d'onda di 850 nm e si adatta pertanto ad essere impiegato sulle fibre MM. Gli studi effettuati ad oggi ed i processi produttivi sempre più sofisticati hanno portato alla disponibilità attuale di fibre ottiche OM3, conosciute come "laser optimized" che presentano il core avente caratteristiche tali da permettere la trasmissione di segnale luminoso emesso da un laser VCSEL e privo dell'effetto indesiderato dovuto al DMD.

Per concludere questo capitolo si desidera rimarcare il fatto che disporre di un cablaggio realizzato con componenti che presentano prestazioni superiori a quanto definito dagli Standards consente di disporre di quel margine aggiuntivo che riduce le inevitabili ritrasmissioni dei pacchetti dati in caso di problemi di linea, ed in ultima analisi garantiscono quindi l'avvicinamento al cosiddetto **throughput** teorico di rete che, come tutti sanno, è spesso notevolmente superiore al throughput reale misurato in maniera strumentale su un generico collegamento.

3 Aspetti e problematiche impiantistiche

Esaminiamo ora un aspetto che tocca da vicino gli Ingegneri ed in generale tutti quei professionisti del settore tecnico che, nello svolgimento delle loro attività, devono affrontare le problematiche connesse con la progettazione, la direzione lavori ed il collaudo finale di impianti di Cablaggio Strutturato.

I Capitolati di Appalto nel settore impiantistico civile prevedono, con sempre maggior frequenza, la fornitura in opera, a fianco degli impianti ormai considerati tradizionali, di Cablaggi Strutturati e non sempre le relative Specifiche Tecniche risultano chiare, dettagliate e formalmente corrette e quindi tali da permettere l'individuazione delle prestazioni che si vogliono raggiungere una volta che l'impianto risulta ultimato. Esistono infatti diverse soluzioni e livelli di risposta in termini di larghezza di banda disponibile e velocità di trasmissione raggiungibile; i parametri elettrici e fisici dei vari componenti dell'impianto vengono chiaramente stabiliti dagli Standard che spesso ci si dimentica di richiamare nei Capitolati, ingenerando situazioni di indeterminatezza in chi quel sistema deve realizzare ed installare. Il risultato finale è quasi sempre quello che viene fornito in opera un impianto che utilizza componenti di basso costo, assemblati con il criterio "*mix & match*" senza rispettare cioè soluzioni cosiddette "monomarca" cioè appartenenti ad un'unica soluzione tecnologica collaudata e garantita da un ben definito Fornitore ed infine un impianto che non soddisfa i livelli prestazionali per i quali era stato concepito e voluto dal cliente finale.

Il progettista del cablaggio dovrebbe quindi cominciare ad analizzare nel loro complesso e sin dalle prime fasi del progetto sia gli aspetti che interessano il sistema informativo aziendale sia collaborare con il progettista delle strutture architettoniche e con quello degli impianti elettrici.

E' fondamentale infatti definire ed allocare gli spazi necessari al cablaggio, quali ad esempio i Locali Tecnici di piano e quelli da adibire a Sala Apparatrici principale, stabilire e correttamente dimensionare le forometrie per i passaggi verticali ed orizzontali necessari per le canalizzazioni per la posa dei cavi, la loro distanza da altre infrastrutture adibite ai percorsi di altri impianti che potrebbero interferire con il cablaggio strutturato che, ricordiamo, appartiene ai cosiddetti impianti a "corrente debole".

Vanno poi analizzate, possibilmente con il responsabile dei Sistemi Informativi, le necessità aziendali presenti e future per quanto attiene ai servizi di rete, al fine di stabilire la Categoria /Classe dell'impianto, la tipologia del posto di lavoro in termini di numero di prese RJ45 da prevedere e/o da predisporre come scorta per futuri e probabili ampliamenti. In funzione del livello di utilizzo e criticità del sistema informatico ai fini delle attività dell'azienda, vanno poi valutate e definite eventuali ridondanze sia per quanto riguarda l'alimentazione elettrica degli armadi di concentrazione (ricorso a gruppi di continuità statici) sia per quanto attiene al raddoppio ed ai percorsi alternativi per le dorsali di collegamento tra i nodi principali della rete, allo scopo di aumentarne l'affidabilità e la continuità di servizio anche in situazioni di emergenza od interruzione di un collegamento.

A fronte di quanto sopra va elaborato il progetto esecutivo che dovrà consistere preferibilmente in una Relazione Tecnica ed Elaborati grafici. La Relazione Tecnica descrive le caratteristiche peculiari dell'impianto in termini di prestazioni di throughput garantito, frequenza massima di lavoro, Categoria/Classe di riferimento agli Standard applicabili e le altre prescrizioni impiantistiche concernenti ad esempio gli impianti ausiliari di messa a terra delle varie strutture metalliche (ad es. armadi rack per gli apparati, pannelli di permutazione e canaline metalliche di contenimento dei cavi) oltre alle Norme di Sicurezza sul lavoro a cui attenersi durante la fase di installazione. Gli Elaborati gra-

fici dovranno riportare indicazioni relativamente alla distribuzione planimetrica delle postazioni di lavoro nelle varie aree, ai percorsi orizzontali e verticali dei cavi di collegamento ed all'ubicazione dei Locali Tecnici in cui installare i nodi di concentrazione, agli schemi raffiguranti il fronte quadro e a quello indicante il collegamento della distribuzione verticale dei vari nodi con la Sala Apparati ed eventualmente con i nodi di altri edifici, nel caso di impianti più complessi ed articolati.

Una volta definito il Progetto Esecutivo va affrontato il problema, non secondario, della scelta dell'installatore. Dovrà essere posta grande attenzione nell'assegnare i lavori ad una impresa che abbia le caratteristiche tecniche ed organizzative adatte alla tipologia ed alla consistenza e complessità dell'impianto da realizzare. Inoltre dovrà essere verificato ed opportunamente documentato sia il possesso delle necessarie autorizzazioni ministeriali che quello del certificato di installatore qualificato rilasciato dal Fornitore della soluzione di cablaggio strutturato prescelta, al fine di garantirsi circa la competenza tecnica e conoscenza particolareggiata dei componenti del sistema da installare. Durante la successiva fase di installazione il Direttore Lavori dovrà verificare, tra l'altro, la conformità alle specifiche di progetto, agli standard di prodotto applicabili ed il rispetto delle prescrizioni del fornitore per una corretta posa in opera dei materiali ed accessori.

La fase di Collaudo, od Accettazione Finale dell'impianto, riveste un'importanza fondamentale e spesso non viene ad essa riservata la giusta attenzione in confronto, ad esempio, alla meticolosità con cui vengono eseguiti i collaudi degli altri impianti "tradizionali". A mio parere ciò è conseguenza di una ancora poco diffusa cultura dell'Information Technology tra gli addetti ai lavori. Le verifiche da eseguirsi sul cablaggio strutturato dovrebbero essere le seguenti:

- ispezione visiva sulla modalità di posa dei cavi (rispetto dei raggi minimi di curvatura, assenza di legature troppo strette che possono modificare la geometria dei cavi più esterni al fascio);
- verifica sulla modalità di installazione degli armadi (messa a terra di tutte le parti metalliche secondo le vigenti normative e regole di buona tecnica);
- controllo delle modalità di terminazione dei cavi sui pannelli di attestazione (in modo particolare nel caso di impiego di cavi schermati FTP);
- misura dei parametri fisici (mappatura delle coppie, cortocircuiti ed inversioni, lunghezza massima) e trasmissivi (Attenuazione, Next, PSNext, Elfext, PSElfext, ACR, PSACR, Return Loss, Propagation Delay, Delay Skew) del 100% dei collegamenti di distribuzione orizzontale mediante l'impiego di strumentazione dotata di Software adeguato (Classe I o preferibilmente Classe II);
- verifica dei collegamenti di dorsale, rame ed ottici;
- Certificazione dell'impianto da parte del Fornitore del Cablaggio Strutturato e conseguente rilascio della Garanzia estesa, uguale o superiore a 20 anni, sulle applicazioni supportate dall'impianto stesso.

La documentazione di collaudo deve comprendere:

- la revisione "As-Built" dei disegni di progetto, sia in versione cartacea che in formato elettronico,
- le stampe di tutte le misurazioni eseguite sui collegamenti orizzontali,
- le stampe delle prove eseguite sui collegamenti in fibra ottica di dorsale,
- il Modulo di Certificazione in originale rilasciato dal Fornitore.

Solo in questo modo si potrà essere certi che il Cablaggio realizzato sia rispondente alle caratteristiche prescritte dagli Standard di riferimento previsti a progetto e che il traffico dati generato dal-

le Applicazioni informatiche che “gireranno” sulla rete raggiunga il *throughput* calcolato in fase di progetto.

4 Normative Tecniche e Legislative

Diamo ora uno sguardo a quelle che sono le normative tecniche ed i riferimenti legislativi a livello nazionale applicabili nel settore dei Cablaggi Strutturati.

Il CEI ha recepito le normative europee emanando le Norme seguenti:

- **CEI EN 50173- Classificazione CEI 303-14** “*Tecnologia dell’Informazione – Sistemi di cablaggio generico*”
- **CEI EN 50174-1 Classificazione CEI 306-3** “*Tecnologia dell’Informazione – Installazione del cablaggio – Parte 1: Specifiche ed assicurazione della qualità*”
- **CEI EN 50174-2 Classificazione CEI 306-5** “*Tecnologia dell’Informazione – Installazione del cablaggio - Parte 2: Pianificazione e criteri di installazione all’interno degli edifici*”
- **CEI EN 50174-3 Classificazione CEI 306-6** “*Tecnologia dell’Informazione – Installazione del cablaggio – Parte 3: Pianificazione e criteri di installazione all’esterno degli edifici*”

Sempre come emanazione dello stesso Comitato Tecnico del CEI CT 306 abbiamo la “*Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali*”; scopo della guida è quello di supportare i progettisti, i costruttori e gli installatori al fine di applicare in maniera razionale e corretta una molteplicità di norme esistenti sull’argomento al fine di realizzare strutture a “prova di futuro” cioè pronte a trasportare i nuovi servizi di TLC, Multimediali ed Automazione tra apparecchi domestici, che invaderanno le nostre case. La consultazione di questa Guida permette di ricavare utili informazioni tecniche e riferimenti normativi applicabili ad impianti simili e/o coesistenti con il Cablaggio Strutturato.

Risulta di recente emissione da parte del CEI la **Guida CEI 64-100/1** “*Edilizia residenziale – Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni – Parte 1: Montanti degli edifici*”. Questo documento, insieme alla “*Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali – CEI 306-2* ed alla **CEI 306-10** “*Sistemi di cablaggio strutturato – Guida alla realizzazione e alle Norme tecniche*”, documento di imminente pubblicazione, costituisce un validissimo ed interessante riferimento per i progettisti ed operatori del settore.

A livello di normative di Legge abbiamo naturalmente la Legge 5-3-1990 n. 46 e successivo D.P.R. 6-12-1991 n. 447, che fa ricadere il Cablaggio Strutturato nell’ambito degli impianti elettronici di cui al comma 1, lettera b); per impianto elettronico si intende la parte di impianto funzionante a bassissima tensione e quindi, ad es., gli impianti citofonici, gli impianti antintrusione, gli impianti TVcc e gli impianti di trasmissione dati. Ora più che mai il Cablaggio Strutturato si inserisce prepotentemente nell’ambito dei suddetti impianti grazie alla digitalizzazione dei segnali ed alla “convergenza” dei servizi che rendono sempre meno evidente e definito il confine tra le suddette applicazioni. L’art. 4 della Legge 46/90 prescrive al comma 1.d) l’obbligo di progettazione degli impianti elettronici in genere quando questi coesistono con impianti elettrici con obblighi di progettazione e quindi nella quasi totalità dei casi di edifici da adibire ad uso uffici.

Inoltre, essendo il Cablaggio Strutturato un impianto predisposto per trasmissione dati ed anche telefonica all'interno di edifici, il comma 4 dell'art. 1. del DPR 447/91 prescrive che "per gli impianti telefonici interni collegati alla rete pubblica, continua ad applicarsi il Decreto 4 ottobre 1982 del Ministero delle P.T. con riferimento all'autorizzazione, all'installazione ed ampliamenti degli impianti stessi". Ora, come noto, tale Decreto Ministeriale è stato abrogato dal DM 23-5-1992 n. 314 "Regolamento recante disposizioni di attuazione della legge 28-3-1991 n. 109 in materia di allacciamenti e collaudi degli impianti telefonici interni".

Il Cablaggio Strutturato è un impianto che non rimane fine a se stesso e confinato all'interno di un edificio o più in generale di un'area di proprietà pubblica o privata, ma viene collegato o per il tramite di linee telefoniche dirette al centralino telefonico o PABX, oppure attraverso linee dedicate CDN, ISDN o ADSL attestate ad una porta di un Router, alla rete di un operatore TLC. Ciò significa che restano valide in tutto e per tutto, sino all'emanazione di eventuali nuove disposizioni legislative nazionali od europee che ne modifichino il testo e l'applicabilità, le prescrizioni e gli obblighi di cui al succitato D.M. n. 314/92.

In particolare vengono disciplinate le Autorizzazioni di cui gli installatori/manutentori devono dotarsi in funzione della potenzialità e tipologia degli impianti su cui intendono operare (Autorizzazione di I, II o III Grado) e stabiliscono, all'Art. 3 comma 3, l'obbligo di redazione del progetto da parte di un professionista iscritto nel relativo albo nonché una dichiarazione conforme al modello di cui all'Allegato 12. Il Decreto, superficialmente, non specifica la qualifica e il tipo di professionalità richiesta, ma credo che sia doveroso il ricorso alla deontologia professionale per far sì che tali progetti siano elaborati da tecnici di comprovata esperienza nel settore specifico.

5 Il Cablaggio negli Studi Tecnici

Sulla base di quanto esaminato nei capitoli precedenti e tenendo presenti le esigenze specifiche di un tipico Studio Tecnico di Ingegneria, operante ad esempio nel settore Civile/Ambientale o Industriale, risulta abbastanza semplice delineare la tipologia dell'impianto di cablaggio strutturato che dovrà preferibilmente essere predisposta allo scopo di supportare in maniera flessibile, affidabile e con alte prestazioni in termini di velocità trasmissiva, le attività connesse al processo di progettazione.

Ipotizziamo di disporre di una superficie totale utile, al netto cioè dei corridoi, delle aree di passaggio e di quelle riservate ai servizi e deposito/archivio, di circa 100 mq. Secondo i normali criteri di dimensionamento si individuano circa 12 posti di lavoro, o p.d.l., per ognuno dei quali prevediamo due prese standard RJ45 per il cablaggio strutturato: una presa per il telefono fisso ed un'altra per la connessione alla rete dati (o rete LAN). Inoltre allo scopo di prevedere la necessaria flessibilità nella disposizione dell'arredo (scrivanie e tavoli per PC) e di permettere un minimo grado di espansione futura nel numero dei p.d.l., facciamo predisporre già nella fase iniziale della realizzazione dell'impianto (e quindi con costi senza dubbio inferiori rispetto ad incrementi richiesti in una fase successiva ad attività già avviata), un certo numero di p.d.l. aggiuntivi che tipicamente vengono valutati in circa il 60%, passando quindi ad un totale di circa 20 postazioni equipaggiate con due prese RJ45 ciascuna.

Nell'ipotesi che lo Studio si sviluppi su uno stesso piano, dobbiamo individuare un'area nella quale posizioneremo l'armadietto di concentrazione del Cablaggio, verso il quale convergeranno pertanto tutte le linee di collegamento con le prese RJ45 dei p.d.l.. Generalmente quest'area viene individuata in prossimità dell'ingresso cavi del Gestore/Fornitore dei servizi di telecomunicazione.

Successivamente, attraverso la messa in opera delle infrastrutture di posa dei cavi (tubazioni sottraccia e/o canaline a vista) verranno predisposte tutte le vie cavi affiancate ma separate da quelle dell'impianto elettrico di distribuzione verso le prese di alimentazione.

La scelta tecnologica per il cablaggio strutturato che tenga nel dovuto conto sia l'aspetto tecnico e prestazionale che quello prettamente economico, porterà ad esempio verso una soluzione UTP cioè non schermata, di Categoria 5E anche se sarebbe fortemente raccomandabile optare, anche a costo di un sforzo finanziario iniziale leggermente maggiore, per la categoria 6, sicuramente più garantista dal punto di vista prestazionale.

L'elenco delle principali forniture per un cablaggio strutturato di siffatte caratteristiche consiste pertanto in:

- n. 1 armadio rack per installazione a parete, avente dimensioni tipiche di 625x525 mm (Lx P) e altezza di almeno 12 o 14 Unità disponibili al suo interno dotato di telaio standard 19" per il fissaggio dei componenti passivi di cablaggio e degli apparati attivi per la rete Locale con la relativa alimentazione elettrica derivata dal Q.E. principale, preferibilmente con linea dedicata e protetta da dispositivo UPS opportunamente dimensionato in termini sia di potenza disponibili che di autonomia delle batterie di back-up in caso di mancanza della rete;
- n. 2 pannelli da 24 prese RJ 45 di Cat.6 equipaggiati ciascuno con il relativo modulo passacavi per una ordinata gestione dei cavetti di permutazione;
- n. 20 placche per installazione su scatole porta-apparecchi (incassate o a vista) complete di due moduli RJ45 in Cat.6 ciascuna;

- m. 1.400 di cavo a 4 coppie intrecciate UTP di Cat.6 con guaina LSZH rispondente alle normative vigenti in tema di comportamento al fuoco in caso di incendio;
- n. 12 cavetti di permutazione in Cat.6 terminati RJ45 ad un solo estremo e lunghi sufficientemente per collegare ciascuna porta RJ45 del pannello prese con la corrispondente porta del centralino telefonico, o PABX, dedicato al servizio telefonico interno (nel caso si opti per una soluzione VoIP tali cavetti dovranno essere sostituiti da specifici raccordi verso le porte del Gateway IP prescelto)
- n. 12 cavetti di permutazione in Cat.6 terminati RJ45 ad entrambi gli estremi e lunghi circa 90 cm per collegare ciascuna porta RJ45 del pannello prese con la corrispondente porta dello Switch di rete LAN
- n. 12 cavetti di permutazione in Cat.6 terminati RJ45 ad un solo estremo e lunghi circa 2,5 m per collegare ciascuna presa RJ45 lato p.d.l. con la porta Ethernet del PC o del Server di rete e delle stampanti / plotter.

I costi indicativi per la fornitura in opera di un impianto di cablaggio strutturato così configurato e per il Collaudo e Certificazione finale possono valutarsi in circa 3.500 € , importo che esclude le apparecchiature di rete LAN (Switch L2 e Router) ed i terminali di utente (PC, stampanti, fax, telefoni ecc.) necessarie per garantire la completa operatività dei servizi telefonici e di trasmissione dati per tutto lo Studio Tecnico.

6 Conclusioni

Il Cablaggio Strutturato è un impianto multidisciplinare in quanto rappresenta il sistema nervoso di un Edificio che sta diventando sempre più una “macchina” complessa. La sua progettazione e messa in opera devono rappresentare momenti di decisione e scelte tecnologiche a cui riservare la dovuta attenzione al fine di evitare che un impianto destinato a funzionare per un periodo di tempo notevole diventi obsoleto ed inadeguato dopo solo pochi anni. La sua caratteristica di “nascondersi” all’interno delle pareti, sotto i pavimenti rialzati o nell’intercapedine dei controsoffitti, se da un lato rappresenta un vantaggio estetico, dall’altro determina dei costi e disagi notevoli in caso di forzato rifacimento e sostituzione derivante da scelte e dimensionamenti errati. Una conoscenza approfondita dei fondamenti della Teoria dell’Informazione e delle Comunicazioni Elettriche, insieme ad una chiara visione degli sviluppi tecnologici ed applicativi sia in corso che previsti in un prossimo futuro, costituiscono le prerogative su cui basare il progetto tecnico e la decisione di investimento finanziario al fine di realizzare un impianto realmente a prova di futuro.

Tabella delle applicazioni UTP

Applicazioni	Bit Rate/frequenza dell'applicazione (se esiste l'opzione frequenza)	Distanza (metri)		
		Soluzione PowerSum	Soluzione GigaSPEED	IS 11801:1995 Categoria 5/Classe D
EIA-232-D Asincrono (CCITT V.24, V.28)	19.2 kb/s	100	100	non-standard
	9.6 kb/s	183	183	non-standard
	4.8 kbps o inferiore	305	305	non-standard
EIA-232-D Sincrono	19.2 kb/s	3200	3200	non-standard
	9.6 kb/s	5020	5020	non-standard
IBM 3270	2.36 Mb/s	305	305	non-standard
IBM AS/400	1Mb/s	914	914	non-standard
10BASE-T	10 Mb/s	150	150	100
Token Ring(attivo)	16 Mb/s	180	180	non-standard
TP-PMD	100 Mb/s	100	100	100
Demand Priority (100VG-Anylan)	100 Mb/s	100	100	100
100BASE-T2	100 Mb/s	100	100	100
100BASE-T4	100 Mb/s	100	100	100
100BASE-TX	100 Mb/s	100	100	100
1000BASE-T (Gigabit Ethernet)	1000 Mb/s	100	100	non supportato
ATM Forum	26 Mb/s	150	150	
	52 Mb/s	160	160	
	155 Mb/s	100	100	non supportato
Video in banda base	8 MHz	(colour) 457	(colour) 457	
		(B&W) 762	(B&W) 762	non-standard
Video RGB	640 x 480 pixel	152	152	non-standard
Broadband Video	28 canali x 6MHz	100	100	
	77 canali x 6 MHz	60	60	non-standard
Categoria 5/Classe D	100 MHz	100	100	100
Categoria 5E/Classe D+	100 MHz	100	100	
Categoria 6/Classe E	250 MHz		100	

Tabella A – Applicazioni UTP (Fonte Systemax)

7 Ringraziamenti, Licenza

7.1 Ringraziamenti

A tutti i volontari che ogni giorno dedicano parte del loro tempo per realizzare le migliaia di applicazioni Open Source e a tutti gli utenti che accettano di impegnarsi nella migrazione dalle applicazioni commerciali a cui sono abituati, alle nuove applicazioni Open Source.

7.2 Licenza

È garantito il permesso di copiare, distribuire e/o modificare questo documento seguendo i termini della GNU Free Documentation License, Versione 1.1 o ogni versione successiva pubblicata dalla Free Software Foundation; mantenendo:

- Il Testo Copertina con il riferimento all'autore
- Senza Sezioni non Modificabili
- Il testo deve essere ridistribuito con la stessa licenza

Una copia della licenza può essere ottenuta presso Free Software Foundation, Inc. 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA.



8 Impaginazione di questo documento

In questo modello sono stati introdotti vari stili di paragrafo personalizzati :

Text body 1,2 e 3 rispettivamente per il corpo del testo seguente le intestazioni Heading 1,2 e 3 (Intestazione 1,2,3,4 nella versione localizzata). L'impostazione di questi stili avviene automaticamente ogni volta che si va a capo dopo una delle intestazioni citate. Utilizzano il carattere Times.

Titolo Copertina, Times 32pt.

Testo riportato. E'utile per riportare brevi testi contenenti esempi ecc. Utilizza il carattere Courier 12pt.

Nel caso non vengano automaticamente attivati, questi stili si possono applicare manualmente, selezionandoli tra gli stili personalizzati (Modelli Utente) contenuti nello Stilista (premere il tasto F11 per visualizzarlo/nascondere)

Sono stati modificati anche 3 degli stili standard e cioè Heading 1,2,3 (Intestazione 1,2,3 nella versione localizzata), con uno sfondo giallo, ombreggiato con riquadro grigio-azzurro, esattamente come i titoli riportati in queste pagine.

Nelle righe d'intestazione della pagina sono riportati automaticamente i titoli dei capitoli modificati con lo stile Heading 1 (Intestazione 1) più il numero di versione che deve essere modificato manualmente nella pagina di copertina.

Nel piè di pagina è indicata la data corrente e il numero di pagina. Dal momento che questo documento è stato pensato per la stampa, i due campi sono alternativamente posizionati a destra e a sinistra, utilizzando due stili di pagina diversi, in modo da rispecchiare l'andamento delle pagine stampate. Per lo stesso motivo è stata introdotta una pagina di retro-copertina.

L'indice è modificabile in automatico a patto che si siano utilizzati gli stili contenuti nello Stilista. E' sufficiente posizionare il cursore lampeggiante al suo interno (1 click sinistro) e poi cliccare col tasto destro su di esso, scegliendo Aggiorna Indice.

Il grassetto è ottenuto con lo stile **Enfasi Forte**.

Lo stile *Enfasi* serve invece per *evidenziare il testo con il corsivo*.

C'è inoltre lo stile per le cornici delle immagini.