

Cavi e condutture

□ 4.1. Cavi

I cavi per il trasporto di energia elettrica sono costituiti da più elementi.

Il cavo **unipolare** è composto da:

- **conduttore**: parte metallica, generalmente in rame (o alluminio), destinata alla conduzione della corrente;
- **isolante**: parte in materiale isolante che provvede ad isolare la parte metallica conduttrice. Questo è costituito da materiale ad alta rigidità dielettrica, cioè con conducibilità elettrica molto bassa, e con buone caratteristiche meccaniche di robustezza. Lo spessore dell'isolante dipende dalla capacità di isolamento idoneo alla tensione di esercizio, e dalla sezione del conduttore metallico.

I cavi **multipolari** sono formati da più anime (conduttore più isolante) racchiusi in una guaina. A cui si aggiungono:

- **riempitivo**: parte di riempimento degli interstizi fra le anime;
- **rivestimento protettivo**: materiale di protezione delle anime, avvolto attorno al riempitivo;
- **guaina**: rivestimento protettivo del cavo. La funzione della guaina è quella di proteggere meccanicamente il cavo nel suo complesso.

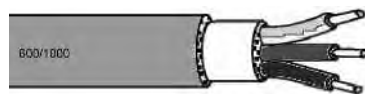


Fig. XII. Esempio di cavo multipolare

I cavi unipolari possono essere con o senza guaina.

In alcuni tipi di cavi fra il riempitivo e la guaina è inserito uno schermo metallico, proprio con funzione di schermatura dai campi elettrici.

In talune circostanze lo schermo è sostituito da una armatura, generalmente metallica, con il solo compito di protezione meccanica e non di schermatura, o entrambe.

Il conduttore può essere realizzato con filo o corda rigida o flessibile. Il conduttore flessibile è costituito da più fili sottili avvolti a spirale tra loro. Il conduttore flessibile è la tipologia più utilizzata.

I materiali principalmente utilizzati per l'isolante e la guaina sono:

- **plastomeri**: principalmente PVC. I plastomeri hanno un comportamento termoplastico, si irrigidiscono alle basse temperature e si ammorbidiscono alle temperature più elevate;
- **elastomeri**: principalmente gomme o EPR. Gli elastomeri mantengono una elasticità più costante, maggiormente indipendente dalla temperatura.

La flessibilità di un conduttore nel suo complesso dipende dalla costituzione fisica dei materiali impiegati e dal tipo di isolanti, guaina e schermi che vengono utilizzati.

Una caratteristica importante dei cavi è la loro reazione al fuoco.

A questo proposito i cavi sono classificati dalle norme nel seguente modo:

- CEI 20-35 - Cavi non propaganti la fiamma. In questo caso il cavo sottoposto alla fiamma brucia, ma la fiamma non si propaga oltre un certo limite;
- CEI 20-22 - Cavi non propaganti l'incendio. In questo caso la prova è effettuata su di un fascio di cavi e l'incendio non si deve propagare per oltre 2.5 metri.

La prova di non propagazione dell'incendio è decisamente più ardua rispetto alla non propagazione della fiamma.

- CEI 20-38 - Cavi a ridotta emissione di gas tossici e corrosivi. Questa norma classifica i cavi che sottoposti ad incendio non sviluppano gas corrosivi o tossici per le persone. In genere l'uso di questi cavi è previsto per ambienti particolari, o quando la quantità di cavi presenti sia rilevante, ad esempio nei locali di pubblico spettacolo ed intrattenimento.

□ 4.2. Designazione e caratteristiche dei cavi

I cavi sono contraddistinti da una serie di dati tecnici che ne permettono la selezione, l'indicazione d'uso e l'identificazione delle caratteristiche specifiche.

Tensione nominale: è la tensione nominale di isolamento che indica il valore di tensione per il quale l'isolante del cavo risulta idoneo a resistere con le proprie caratteristiche isolanti.

Viene definito da due parametri:

- U_0 , è il valore della tensione di isolamento fra il conduttore e la terra;
- U , è il valore della tensione di isolamento fra i conduttori attivi dei cavi multipolari o di un sistema di cavi unipolari fra loro.

Tab. X. Tensioni nominali di isolamento dei cavi

Tensioni nominali di isolamento	
Tensione nominale	Simbolo
300/300 V	03
300/500 V	05
450/750 V	07
0,6/1 kV	1

Sezione dei cavi

Tab. XI. Sezioni unificate dei cavi unipolari e multipolari

Le sezioni standardizzate dei cavi in mm ² sono:														
1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240

Queste sezioni valgono per il singolo conduttore o per le singole anime dei cavi multipolari. I cavi multipolari possono essere composti da:

- 2 anime – cavo bipolare;
- 3 anime – cavo tripolare;
- 4 anime – cavo quadripolare;
- 5 anime – cavo pentapolare.

Il colore dei cavi è imposto dalle norme con il seguente schema:

- anima giallo-verde – destinata esclusivamente al conduttore di protezione;
- anima blu – destinata esclusivamente al conduttore di neutro,
- anima nera, marrone e grigia, destinate al conduttore di fase.

Altri colori possono essere utilizzati per altre funzioni, ad esempio per circuiti di segnale o comando.

Il riconoscimento della composizione dei cavi è rilevabile da sigle di identificazione specifiche per i conduttori. Negli allegati sono riportate le tabelle di designazione.

Un esempio dei cavi maggiormente usati è il seguente:

CAVO 1 x 10 N07 V-K

1 x 10 – 1 conduttore unipolare di sezione 10 mm²

N – Nazionale

07 – U₀/U = 450/750 V

V – isolante in PVC

K – conduttore a corda flessibile per posa fissa

CAVO 4G10 FG7OR 06/1

4G10 – conduttore multipolare con 4 anime di sezione 10 mm²

(G indica che una delle quattro anime è il conduttore di terra)

F – conduttore flessibile

G7 – isolante in gomma G7

O – anime riunite in cavo rotondo

R – guaina in PVC

06/1 – U₀/U = 06/1 kV

Va tenuto presente che le sigle sono stampigliate sui cavi.

Vediamo più in dettaglio le caratteristiche e le applicazioni di alcune tipologie di cavi.

CAVO N07 V-K:

Cavo unipolare isolato in PVC

Conforme alla norma CEI 20-22. Cavo non propagante l'incendio

Temperatura di funzionamento a regime continuo 70°C

Temperatura massima in cortocircuito 160°C (per 5 secondi)

Prodotto con sezioni da 1,5 mm² a 95 mm²

Impiego appropriato:

Utilizzabile in sistemi in corrente alternata con tensione nominale di 230/400 V

Installazione entro tubazioni in vista, o tubazioni incassate sottotraccia, o entro canaline

Raggio minimo di curvature 4 volte il diametro

Cavo FG7R – Unipolare;**Cavo FG7OR – Multipolare:**

Conforme alle norme CEI 20-22 Cavo non propagante l'incendio e CEI 20-37 Cavi a ridotta emissione di gas corrosivi (produce però gas tossici durante l'incendio)

Isolante in gomma e guaina in PVC

Temperatura massima in esercizio 90°C

Temperatura massima in cortocircuito 250°C (per qualche secondo)

Prodotto in sezioni da: (anche in relazione al produttore)

1,5 mm² a 400 mm² per cavi unipolari

1,5 mm² a 50 mm² per cavi bipolari

1,5 mm² a 150 mm² per cavi tripolari e quadripolari

1,5 mm² a 50 mm² per cavi pentapolari

Impiego appropriato:

Posa fissa sia all'interno sia all'esterno

Può essere installato su passerelle, tubazioni o canali

È idoneo anche alla posa interrata (anche direttamente senza cavidotto)

Il raggio di curvatura è di 4 volte il diametro della guaina di protezione

Cavo FROR 450/750 V

Cavo multipolare

Conforme alle norme CEI 20-22 Cavo non propagante l'incendio e CEI 20-37 Cavi a ridotta emissione di gas corrosivi

Guaina ed isolante in PVC

Temperatura di funzionamento a regime continuo 70°C

Temperatura massima in cortocircuito 160°C

Sezioni di produzione: 1,5 mm² a 6 mm² da bipolare a pentapolare

Impiego appropriato:

- adatto al servizio mobile (solo per periodi di breve intermittenza anche all'esterno);
- posa fissa in aria all'interno sia per ambienti normali che umidi;
- è idoneo anche in ambienti per pubblico spettacolo ed intrattenimento

Il cavo **FROR 300/500** a differenza del precedente è idoneo per la distribuzione di segnale e comando.

Altri cavi per segnalazione possono essere composti da molte più anime. Il numero massimo per la maggior parte di questi è di 24 anime con sezione del singolo conduttore di 1.5 mm².

Un'altra caratteristica essenziale che interessa il progettista è la portata di corrente elettrica che il cavo può condurre, senza superare la temperatura massima di funzionamento.

Tale corrente è denominata I_z , ed è definita dalle caratteristiche costruttive del cavo, fra cui: sezione, tipo di isolante, tipo di guaina, numero di conduttori.

La portata I_z del cavo dipende dalla condizione di posa, riferita ad una temperatura di 30°C.

Il variare di queste due ultime condizioni fanno variare la portata massima del cavo.

Quindi nella fase di dimensionamento si applicheranno i coefficienti di riduzione necessari ad adeguare la portata del cavo in base alla reale condizione di posa del cavo stesso.

□ 4.3. Tubi e canali portacavi

I cavi elettrici sono, nella maggior parte dei casi, alloggiati in condotti di vario genere.

Fra i principali troviamo le tubazioni, sia in materiale plastico, sia in materiale metallico. Inoltre sono utilizzati canali metallici chiusi, passerelle perforate, canali e canaline in plastica, e cavidotti da interro.

In alcune circostanze la scelta ed il tipo specifico di prodotto da utilizzare è determinato dalle prescrizioni normative, in altri casi dipendono da varie circostanze, come ad esempio la destinazione d'uso dell'immobile o dell'impianto ed inoltre può essere una scelta soggettiva del progettista o del committente.

Tubazioni

I tubi possono essere di vario genere. Negli ambienti prevalentemente civili gli impianti sono spesso annegati nella muratura, per tale motivo vengono utilizzate delle tubazioni in plastica di tipo flessibile. Fra questa tipologia troviamo tubi leggeri, medi e pesanti. La scelta è data dalle caratteristiche meccaniche di robustezza richiesta.

Per la posa sotto pavimento si utilizza la tubazione pesante. Si sta diffondendo l'uso di utilizzo di tubi di diversa colorazione per distinguere quelli destinati all'impianto elettrico rispetto a quelli di altri servizi, come gli impianti telefonici, allarme, TV, ecc.. Questo aspetto non è previsto dalle norme, che richiedono però la possibilità di individuare i vari circuiti a mezzo di idonei riferimenti.

Le tubazioni posate sottotraccia nelle pareti devono essere orizzontali o verticali. Non è ammessa la posa obliqua.

Negli impianti a vista vengono invece utilizzate tubazioni rigide, sia plastiche che metalliche, corredate da pezzi speciali di raccorderia per la giunzione, il cambiamento di direzione, la connessione a scatole di derivazione o quadri elettrici. Alcune tubazioni vengono invece raccordate a mezzo di giunti filettati, che vengono avvitati sul tubo stesso. Lo spessore dei tubi sarà tale da permettere la filettatura. In generale il sostegno dei tubi è realizzato con mensole, collari o supporti specifici. Le connessioni possono avere diversi gradi di protezione alla penetrazione di liquidi o di particelle solide, definiti gradi di protezione meccanica IP (vedi capitolo protezione contro i contatti diretti), che come vedremo in seguito hanno un'importanza elevata per la sicurezza delle persone.

Anche in questi casi la scelta del tubo può essere soggettiva o indicata da specifiche prescrizioni normative. Le tubazioni metalliche sono generalmente utilizzate dove è richiesta una protezione meccanica maggiore.

Lo spazio occupato dai conduttori all'interno dei tubi deve essere tale che il diametro costituito dal fascio di conduttori in essi alloggiati, sia non superiore ad un terzo del diametro interno della tubazione. Deve essere inoltre garantita la futura possibilità di sfilare i conduttori dai tubi.

Canali

I canali vengono generalmente realizzati a vista o alloggiati nei controsoffitti o pavimenti galleggianti. Sono veri e propri scatolati a U con il lato di base maggiore, dotati o meno di coperchio superiore removibile. La copertura evita l'accumulo di polvere, che per taluni ambienti potrebbe essere dannosa (in alcuni casi, inoltre, alcune polveri risultano essere esplosive, e quindi l'accumulo è pericoloso). I canali possono essere di tipo chiuso, con diversi gradi di protezione meccanica IP.

I canali possono essere in materiale plastico o metallico, in entrambi i casi devono essere privi di parti taglienti che possono danneggiare la guaina o l'isolante dei cavi, per incisione o abrasione.

I canali sono in grado di alloggiare un gran numero di cavi, pertanto il peso sopportato può anche essere rilevante, quindi sarà opportuno prestare un'adeguata accortezza, anche secondo le indicazioni del costruttore, nella realizzazione dei supporti di ancoraggio. Questi ultimi possono essere di vario tipo, ad esempio per ancoraggio a muro o per sospensione a soffitto.

Un tipo particolare di canale è la passerella perforata. Il vantaggio è dato dal peso più ridotto e dal miglior smaltimento del calore. Entro le passerelle perforate non è consentito l'uso di cavi senza guaina.

Il riempimento dei canali e delle passerelle deve interessare l'utilizzo dello spazio interno per un massimo del 50% della sezione. La posa dei cavi deve essere ordinata per consentire lo sfruttamento corretto della porzione di sezione utilizzata e l'eventuale movimentazione di un conduttore.

Cavidotti

I cavidotti sono tubazioni plastiche e flessibili per l'alloggiamento dei cavi elettrici interrati. Il cavidotto deve essere posato a profondità tale da impedire il danneggiamento meccanico, diversamente dovrà essere protetto superiormente con un getto in cemento. La posa di interro per tratti non sottoposti a traffico di veicoli potrà essere di 60 centimetri, che salirà fino a 120 cm per tratti stradali con traffico pesante. Il cavidotto dovrà essere alloggiato su di un letto di sabbia di 10 centimetri ed essere poi ricoperto, sempre in sabbia, per altri 10 centimetri prima della copertura definitiva con terra. È bene che il tratto di percorso del cavidotto sia segnalato da una benda distesa nel terreno con lo stesso percorso del tubo, interrata a circa 30 centimetri dal piano di calpestio.

Il cavidotto dovrà permettere la posa dei cavi, pertanto, in testa e nei tratti intermedi, ogni 25/30 metri e ad ogni cambio di direzione, devono essere posti dei pozzetti con chiusino. La dimensione dei pozzetti sarà in funzione del numero e della sezione dei cavi che dovranno essere alloggiati, sia per permettere il normale raggio di curvatura del cavo, sia per agevolare l'operazione di infilaggio. In casi di ridotte dimensioni ci sarà la possibilità di danneggiamento della guaina per abrasione.

Il pozzetto dovrà avere il chiusino di copertura carrabile dove ne ricorra la necessità.

□ 4.4. Condotti sbarre

I condotti sbarre (denominati anche blindosbarre) sono apparecchiature assiemate costruite di serie (AS), e devono essere rispondenti alla Norma CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2).

Secondo la definizione normativa, i condotti sbarre sono apparecchiature costituite da un sistema di conduttori comprendenti una o più sbarre, distanziate e sostenute da materiali isolanti, e contenute in condotti o in analoghi involucri. Queste apparecchiature possono essere composte da:

- unità di condotti sbarre con o senza possibilità di derivazione;
- unità di derivazione.

In funzione della potenza dei carichi da alimentare contemporaneamente, il progettista deve indicare la portata I_z del condotto sbarre (in teoria I_z potrebbe essere uguale alla corrente di impiego I_B , ma si consiglia di sovradimensionare I_z in considerazione della flessibilità d'uso dei condotti sbarre).

I condotti sbarre vanno protetti contro il sovraccarico utilizzando gli stessi criteri adottati per le condutture in cavo.

Relativamente alla protezione contro il cortocircuito, nella scelta del condotto sbarre occorre tener conto della corrente presunta di cortocircuito (I_{cp}) nel punto di alimentazione e confrontarla con la tenuta al cortocircuito del condotto sbarre indicata dal costruttore (di norma viene indicata la corrente nominale ammissibile di breve durata I_{cw}).

Da ultimo si ricorda che in commercio esistono due tipi di condotti sbarre caratterizzati dal modo di derivazione:

- con dispositivi ad innesto;
- con carrello collettore (trolley).

Questi ultimi sono utilizzati per l'alimentazione dei carriponte, dei paranchi ed in generale per gli utilizzatori soggetti a frequenti spostamenti.

I condotti sbarre sono disponibili anche per la distribuzione dell'illuminazione (detti anche blindoluce).