REGIONE SICILIANA

SERVIZI AUSILIARI SICILIA Società Consortile per Azioni

Via Libertà 37 – 90139 Palermo

INTERVENTI DI AMMODERNAMENTO/ADEGUAMENTO **IMPIANTO ELETTRICO**
Locali Piazza Castelnuovo civ. 35, piano quarto - Palermo

Sezione U, Foglio 122 Particella 81 subalterno 67

IL COMMITTENTE

SERVIZI AUSILIARI SICILIA S.c.p.a.

Via Libertà 37

90139 Palermo

SERVIZI AUSILIARI SICILIA
Società Consortile per Azioni
Prot. in Arrivo 5218
N. del 17 01 18

(Timbro e firma)

IL TECNICO / PROGETTISTA

TECNOCOM STUDIO TECNICO

Via RESUTTANA n. 352/b

PALERMO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PALERMO
Ing. Antonino Lo Giudice n. 2561

(Timbro e firma)

ELABORATO N.

UNICO

ELENCO ELABORATI ED OGGETTO:

- Capitolato speciale d'appalto

Data di emissione del presente elaborato:

Ediz.	*Data*	*Revisioni*	*Scala / Note*
1	**21/12/2017**	**Prima emissione**	

Elaborati di progetto precedenti:

Ediz.	*Data*	*Revisioni*	*Scala / Note*

1. OGGETTO DELL'APPALTO 2

2. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E NORME DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI..... 2

2. IMPIANTI ELETTRICI 3

2.1.1. Riferimenti legislativi e normativi 3
2.1.2. Corpo Normativo relativo agli impianti elettrici 3
2.1.3. Termini e definizioni 5
2.1.4. Dimensionamento dei cavi 5
2.1.5. Cavi per energia – Requisiti generali 9
2.1.6. Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale U0/U=100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio 13
2.1.7. Cavi per energia con tensioni nominali U0/U=300/300 V - U0/U=300/500 V 14
2.1.8. Cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 450/750 V 15
2.1.9. Cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 0.6/1 kV 16
2.1.10. Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche 18
2.1.11. Sistemi di canali con feritoie laterali per il cablaggio all'interno di quadri e apparecchiature elettriche 20
2.1.12. Sistemi di canali e condotti e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi – 20
2.1.13. Sistemi di canali e di condotti a pavimento 21
2.1.14. Cassette di derivazione e giunzione 22
2.1.15. Morsetti 22
2.1.16. Armadi e involucri per quadri generali 23
2.1.17. Quadri elettrici BT 23
2.1.18. Sezionamento e comando 26
2.1.19. Protezione contro i contatti diretti ed indiretti 26
2.1.20. Condutture Elettriche 29
2.1.21. Sezioni minime 31
2.1.22. Selettività d'intervento dei dispositivi di protezione 34
2.1.23. Uffici 34
2.1.24. Impianto aspirazione bagni ciechi 35
2.1.25. Ausili per portatori di handicap 36
2.1.26. Comando e arresto di emergenza 37

1. OGGETTO DELL'APPALTO

L'Appalto ha per oggetto la fornitura, l'esecuzione, la messa a punto ed il collaudo di tutte le opere e provviste di materiali occorrenti per gli impianti elettrici descritti nel presente documento e nella documentazione di progetto allegata.

Formano oggetto del presente appalto l'esecuzione di tutte le opere, la somministrazione di tutte le provviste e mezzi d'opera occorrenti, la fornitura e l'installazione di tutti gli impianti con la relativa assistenza e tutto quanto altro occorra per la realizzazione di quanto indicato nel presente capitolato e negli elaborati di progetto che ne fanno parte integrante. L'assunzione dell'Appalto, di cui al presente Capitolato, implica da parte dell'Appaltatore la conoscenza perfetta non solo di tutte le norme generali e particolari che lo regolano, ma altresì di tutte le condizioni locali che si riferiscono all'opera, le caratteristiche tecniche costruttive del fabbricato, le condizioni dei suoi elementi costitutivi edilizi ed impiantistici, la natura e le condizioni degli accessi ed in generale tutte le circostanze generali e speciali, il tutto come più ampiamente richiamato nel Capitolato, che possano avere influito sul giudizio dell'appaltatore circa la convenienza di assumere l'opera, anche in relazione alla variazione da lui offerta sul prezzo posto a base di gara. Per il fatto stesso di presentare l'offerta, l'Impresa Appaltatrice dichiara di avere preso conoscenza del luogo dove saranno svolti i lavori dell'immobile su cui dovrà intervenire e delle sue condizioni di parziale utilizzo per altre destinazioni, dei progetti delle opere strutturali e meccaniche, impiantistiche e delle opere architettoniche, di averli controllati, di concordare con i risultati e di impegnarsi - in caso di assegnazione dell'appalto - a sviluppare in coerenza il corrispondente progetto costruttivo. Dichiara in particolare di riconoscere il progetto stesso corretto e perfettamente eseguibile, completo in tutte le sue parti e di assumere - in caso di assegnazione - piena e totale responsabilità sia del progetto delle strutture, degli impianti e delle opere architettoniche che dell'esecuzione dell'intera opera in tutte le sue parti e componenti. Il tutto nelle forme, entità e dimensioni previste nel progetto e descritto dettagliatamente nel presente capitolato e negli altri allegati nonché sulla base di tutti gli ordini, ulteriori precisazioni ed indicazioni, che la Direzione Lavori riterrà di avanzare in corso d'opera; ciò al fine di guidare ad una costante, puntuale e precisa lettura del progetto stesso e garantire la perfetta realizzazione dell'opera.

2. CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI E NORME DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI

Nel progetto sono riportati i dati tecnici di dimensionamento, al fine di permettere alla ditta di fornire impianti perfettamente rispondenti alle specifiche esigenze e conformi alle prescrizioni del presente capitolato.

La presente sezione del Capitolato, precisa, sulla base delle specifiche tecniche, le caratteristiche funzionali ed i contenuti prestazionali tecnici degli elementi previsti nel progetto. Il paragrafo contiene, inoltre, la descrizione, anche sotto il profilo estetico, delle caratteristiche, della forma e delle principali dimensioni dell'intervento, dei materiali e di componenti previsti nel progetto.

Vengono inoltre individuate le specificità di posa dei diversi materiali, al fine di qualificare l'opera sotto il profilo esecutivo.

Resta inteso che la ditta appaltatrice verrà comunque ritenuta unica responsabile del corretto accoppiamento dei vari componenti impiantistici adottati, adeguando quanto previsto in progetto ad eventuali diverse caratteristiche dei materiali forniti.

2. IMPIANTI ELETTRICI

2.1.1. Riferimenti legislativi e normativi

Le Leggi e le Norme prese a riferimento per la progettazione degli impianti in oggetto sono le seguenti.

- Legge 01/03/1968 n. 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Legge 18/10/1977 n. 791: attuazione della direttiva CEE n. 72/23 relativamente alle garanzie che deve possedere il materiale elettrico utilizzato per tensioni comprese tra 50 e 1.000 V in c.a. e 75 e 1.500 V in c.c. e successivi aggiornamenti
- DM del 30.11.1983: Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi;
- DPR n. 503 del 24.07.1996: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- DM del 10.03.1998: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
- D.P.R. 380/01 del 06.06.2001, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- D.L. del 19/11/2007 n. 257: attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici – campi elettromagnetici;
- Decreto 22/01/2008 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- D.Lgs. 81/2008: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
-

2.1.2. Corpo Normativo relativo agli impianti elettrici

I riferimenti per la progettazione e la realizzazione delle opere sono anche le seguenti norme tecniche vigenti:

CEI CT-0	Applicazione delle Norme e testi di carattere generale
CEI CT 3	Documentazione e segni grafici
CEI CT 17	Grossa apparecchiatura
CEI CT 20	Cavi per energia

CEI CT 23	Apparecchiatura a bassa tensione
CEI CT 32	Fusibili
CEI CT 34	Lampade e relative apparecchiature
CEI CT 64	Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.)
CEI CT 70	Involucri di protezione
CEI CT 79	Sistemi di rilevamento e segnalazione per incendio, intrusione, furto, sabotaggio e aggressione
CEI CT 81	Protezione contro i fulmini
CEI CT 103	Radiotrasmissioni (ex Sc103)
CEI CT 106	Esposizione umana ai campi elettromagnetici (ex CT 211)

2.1.3. Termini e definizioni

Per una più rapida lettura degli elaborati progettuali vengono adottate le seguenti denominazioni convenzionali abbreviate (in ordine alfabetico): BT Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a.": nel caso specifico sta per 400/230V

CEI Comitato Elettrotecnico Italiano

CTA Centrale trattamento aria o recuperatore d'aria, ventilatore ecc.

DL Direzione dei Lavori, generale o specifica

EN European Norm

IMQ Istituto Italiano per il Marchio di Qualità

ISO International Standard Organization

MT Simbolo generico di "Sistema di media tensione in c.a.": nel caso specifico sta per 20 kV

QE Quadro elettrico

SA Stazione Appaltante / Committente

SC Sottocentrale termica

SIL Sistema Italiano Laboratori di prova

SIT Sistema Italiano di Taratura

UNEL Unificazione Elettrotecnica Italiana

UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione

UR Umidità relativa

VVF Vigili del Fuoco

2.1.4. Dimensionamento dei cavi

Il dimensionamento dei cavi viene eseguito secondo la norma CEI-UNEL 35024/1 fasc. 3516, in modo da garantire la protezione della conduttura alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2) il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

$$a)\ Ib \leq In \leq Iz$$

$$b)\ If \leq 1.45\ Iz$$

Per soddisfare alla condizione a) è stato dimensionato ogni cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte: in funzione della corrente Ib è stata scelta la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si è proceduto alla scelta della sezione.

La scelta della sezione è stata fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile Iz in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata del cavo, pertanto, è stata condizionata dalla seguente relazione:

$$Iz\ minima = In/k$$

dove il coefficiente k di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale (Iz minima). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. (par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate mediante opportuno coefficiente, funzione del numero di paralleli, che tiene conto della prossimità di circuiti).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma 23.3 IV Ed. hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento If e corrente nominale In minore di 1.45 e costante per tutte le tarature inferiori a 125A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione b) sarà sempre soddisfatta.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

Dalla sezione del cavo di fase deriva il calcolo dell'I2t del cavo o massima energia specifica ammessa dal cavo come:

$$I2t = K2S2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante:

Conduttore in rame e isolato in PVC: K= 115

Conduttore in rame e isolato in gomma G: K= 135

Conduttore in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7: K= 143

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono valutate in base alle tabelle UNEL 35023. In accordo con queste tabelle la caduta di tensione di un singolo ramo vale:

$$cdt(I_b)=k_{cdt}\ I_b\ (L_c/1000V_n)[R_{cavo}\cos\phi+X_{cavo}\ \text{sen}\ \phi]100\ [\%]$$

dove:

- k_{cdt}= 2 per sistemi monofase
- k_{cdt}= 1.73 per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) e in base alla sezione dei conduttori; i valori della R_{cavo} riportate sono riferiti a 80°C, mentre la X_{cavo} è riferita a 50Hz, entrambe sono espresse in ohm/km.

La $cdt(I_n)$ viene valutata analogamente, ma alla corrente nominale del dispositivo di protezione a monte

della conduttura I_n.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un'utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale della utenza in esame.

Dimensionamento conduttori di neutro e loro protezione

La norma CEI 64-8 (par. 524.2 e par. 524.3) prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm2
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm2 se conduttore in rame e 25 mm2 se conduttore in allumino. Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm2, se conduttore in rame, e 25 mm2, se conduttore in allumino, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. Il criterio adottato consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

Sn=Sf se Sf<16mm2

Sn=16mm2 se 16mm2<=Sf<=35mm2

Sn=Sf/2 se Sf>35mm2

Nei circuiti monofase gli interruttori automatici (a due poli) potranno avere un solo polo protetto contro le sovracorrenti; in tal caso al polo protetto deve essere collegato il conduttore di fase. Nei circuiti trifase, ove il neutro abbia sezione ridotta rispetto a quella dei conduttori di fase, il polo di neutro sarà dotato di protezione dalle sovracorrenti.

Dimensionamento conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 (par. 543.1) prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

Spe = Sf Se Sf < 16mm2

Spe = 16mm2 Se 16mm2 <= Sf <= 35mm2

Spe = Sf/2 Se Sf > 35mm2

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule.

Il metodo adottato in questo progetto è il secondo, con il rispetto dei vincoli normativi sulle sezioni minime.

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi viene fatta alla corrente di impiego e alla corrente nominale, tramite la seguente espressione:

Tcavo = Tambiente + [αcavo (Ib2 / Iz2)]

Tcavo = Tambiente + [αcavo (In2 / Iz2)]

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente αcavo tiene conto del tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Calcolo delle correnti di guasto

Il calcolo delle correnti di guasto ha lo scopo di determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a monte dell'utenza (fine della linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto fase terra (dissimmetrico).

Per il calcolo si adotta il metodo delle componenti alle sequenze (diretta, inversa e omopolare).

I parametri alle sequenze di ogni utenza sono inizializzati da quelli della utenza a monte e i primi vanno, a loro volta, ad inizializzare i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;

b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Le correnti di cortocircuito minime sono state calcolate come descritto nella norma CEI 11.25 (par 9.3), pertanto tenendo conto che:

la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11.25)

la resistenza diretta e quella omopolare dei cavi vengono determinate alla temperatura ammissibile dagli stessi alla fine del cortocircuito.

La temperatura alla quale vengono calcolate le resistenze sono date dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3) in cui vengono indicate le temperature massime ammesse in servizio ordinario a seconda del tipo di isolamento di cavo, precisamente:

isolamento in PVC	Tmax= 70°C
isolamento in G	Tmax= 85°C
isolamento in G5/G7	Tmax= 90°C

2.1.5. Cavi per energia – Requisiti generali

Per la scelta delle tipologie di cavo è necessario fare riferimento alle specifiche schede di prodotto.
I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per tali motivi i cavi devono essere selezionati in accordo con le seguenti normative:

Caratteristiche costruttive e metodi di prova dei cavi:
Per la descrizione delle specifiche caratteristiche costruttive dei vari componenti dei cavi di bassa e media tensione e per i dettagli riguardo i metodi di prova utilizzati, sia elettrici che non elettrici, si rimanda alle seguenti norme.

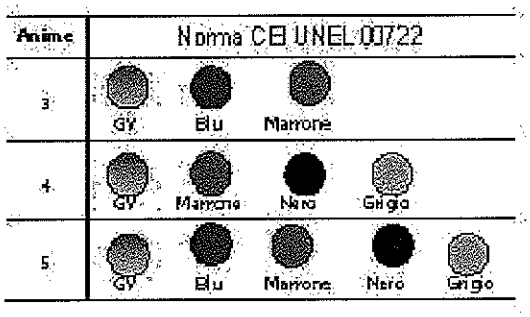
Riferimenti normativi:

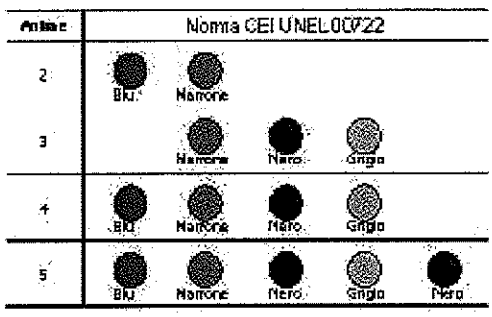
- CEI EN 60228 (CEI 20-29) – Conduttori per cavi isolati
- CEI EN 50363 (CEI 20-11) – Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione
- CEI EN 60811 (CEI 20-34) – Metodi di prova per materiali isolanti e per guaina dei cavi elettrici
- CEI EN 50395 (CEI 20-80) – Metodi di prova elettrici per cavi di energia di bassa tensione
- CEI EN 50396 (CEI 20-84) – Metodi di prova non elettrici per cavi di energia di bassa tensione
- CEI 20-50 (HD 605) – Cavi elettrici - Metodi di prova supplementari

Distinzione dei cavi:

I cavi energia bassa tensione sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG7OM1, ecc.).





Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione, mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro.
Inoltre, nei cavi unipolari con guaina, l'isolamento è generalmente di colore nero.
Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo).

b) La Norma CEI UNEL specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Per i cavi elettrici per impianti fotovoltaici la guaina deve essere nera, salvo diversi accordi tra produttore e cliente (rosso o blu).

c) La Norma CEI UNEL 00725 (CEI EN 50334) specifica che per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica.
Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anime del cavo con un numero progressivo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.
L'eventuale alterazione di colore della guaina, dovuta all'azione della luce, degli agenti atmosferici e delle sostanze che abitualmente si trovano nel terreno, non significa che sia pregiudicata la funzionalità del cavo.

d) Per avere indicazione riguardo le sigla di designazione dei cavi nazionali fare riferimento alla Norma CEI UNEL 35011, mentre per i cavi armonizzati con tensione nominale fino ad un limite di 450/750 V occorre fare riferimento alla Norma CEI 20-27.

Indicazioni di sicurezza (CEI 64-8 Sez. 514.3):
a) il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità.
b) i conduttori di neutro o di punto mediano devono essere identificati dal colore blu per tutta la loro lunghezza. In assenza del conduttore neutro (o del conduttore mediano) nell'impianto un cavo di colore blu può essere usato come conduttore di fase.
c) i conduttori PEN, quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti:
- giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu alle estremità;
- blu su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
d) il conduttore PEM deve, se isolato, essere contrassegnato con bicolore giallo/verde per tutta la sua lunghezza con, in aggiunta, fascette blu alle estremità.
e) I monocolori giallo o verde non devono essere utilizzati.

Comportamento al fuoco:

A seguito dell'entrata in vigore del Regolamento CPR per i cavi elettrici (1° luglio 2017), tutti cavi installati permanentemente nelle costruzioni, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati, di qualsiasi livello di tensione e con conduttori metallici o fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione.
Tutti i cavi per posa mobile non rientrano nello scopo del regolamento CPR, pertanto non è richiesta obbligatoriamente la rispondenza alla classificazione CPR.
Nel caso in cui l'incendio costituisca un pericolo in ambienti come edifici ed altre opere di ingegneria civile, la propagazione dello stesso lungo i cavi e le emissioni di fumo ed acidità devono essere limitate mediante l'impiego di cavi classificati per il Regolamento CPR secondo la corretta classe di reazione al fuoco in relazione alle prescrizioni installative. La Norma CEI 64-8 nella Sez.751 "Luoghi a maggior rischio in caso di incendio" riporta che, per i cavi di bassa tensione, si deve valutare il rischio legato allo sviluppo di fumi ed acidità in relazione alla particolarità del tipo di installazione e all'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti.
Le medesime valutazioni devono essere fatte anche per i cavi di media tensione facendo riferimento alla Norma CEI 11-17 art 5.7 "Provvedimenti contro l'incendio", al fine di adottare anche per questa tipologia di cavi le opportune misure per limitare il rischio nei confronti di persone e/o cose.
E' vivamente consigliato, per accrescere la sicurezza di persone e cose, l'utilizzo di cavi di classe Cca, a bassissimo sviluppo di fumi ed acidità anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impiantistiche non li prevedono come obbligatori.
In relazione al loro comportamento al fuoco i cavi elettrici possono essere distinti in 2 macro categorie:

1. Cavi con caratteristiche di reazione al fuoco
I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco Aca, B1ca, B2ca, Cca, Dca, Eca e Fca identificate dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti.
Ogni classe prevede soglie minime per il rilascio di calore e la propagazione della fiamma.

Oltre a questa classificazione principale, le Autorità europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti parametri aggiuntivi:
s: opacità dei fumi. Varia da s1 a s3 con prestazioni decrescenti
d: gocciolamento di particelle incandescenti che possono propagare l'incendio. Varia da d0 a d2 con prestazioni decrescenti
a: acidità che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per prestazioni elevate prestazioni basse le cose. Varia da a1 a a3 con prestazioni decrescenti.
Di seguito i cavi delle quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), inserite nella CEI UNEL 35016, che consentono di rispettare le prescrizioni installative nell'attuale versione della Norma CEI 64-8:

- **Cavi con classe di reazione al fuoco Eca,** secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi che installati singolarmente nella disposizione più sfavorevole (cioè in verticale) non propagano la fiamma. Un fascio di cavi che supera la prova di non propagazione della fiamma (classe Eca) non garantisce la non propagazione dell'incendio.

- **Cavi con classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3,** secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi per cui la propagazione della fiamma lungo il fascio nella posizione più sfavorevole (cioè in verticale) è limitata ad una lunghezza inferiore ai 2m e particolarmente adatti nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a limitati rischi per le emissioni di fumo ed acidità.

- **Cavi a basso sviluppo di fumi ed acidità con classe di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1** secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi per cui la propagazione della fiamma lungo il fascio nella posizione più sfavorevole (cioè in verticale) è limitata ad una lunghezza inferiore ai 2m e per cui le emissioni di fumo ed acidità sono limitati al minimo. Particolarmente adatti nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumo ed acidità.

- **Cavi a basso sviluppo di fumi ed acidità con classe di reazione al fuoco B2ca-s1a,d1,a1** secondo la norma CEI EN 50575 (CEI 20-115), sono cavi per cui la propagazione della fiamma lungo il fascio nella posizione più sfavorevole (cioè in verticale) è limitata ad una lunghezza inferiore ai 1.5m e per cui le emissioni di fumo ed acidità sono limitati al minimo. Particolarmente adatti nei luoghi nei quali, in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumo ed acidità.

Indicazioni ambienti installativi:

Classe di reazione al fuoco del cavo	Utilizzo tipico suggerito
B2ca-s1a,d1,a1	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee. Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m
Cca-s1b,d1,a1	Strutture sanitarie, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere, palestre e centri sportivi. Alberghi, pensioni, motel, villaggi, residenze turistico - alberghiere. Scuole di ogni ordine, grado e tipo. Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio. Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24m.
Cca-s3,d1,a3	Altre attività: Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.
Eca	Altre attività: installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose

2. Cavi con caratteristiche di resistenza al fuoco

- **Cavi resistenti al fuoco** rispondenti alle Norme CEI EN 50200 (20-36/4-0), CEI EN 50362 (CEI 20-36/5-0) e CEI EN 50577 (20-36/6-0), le quali descrivono i metodi di prova per la resistenza al fuoco (capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio). I cavi resistenti al fuoco devono quindi essere in grado di garantire il servizio durante l'incendio per un determinato periodo di

tempo anche se direttamente esposti alle fiamme. Tali cavi sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione sia di fumi opachi che di gas tossici e corrosivi.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50200 (CEI 20-36/4-0) - Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza
- CEI EN 50362 (CEI 20-36/5-0) - Metodo di prova per la resistenza al fuoco di cavi per energia e comando di grosse dimensioni non protetti per l'uso in circuiti di emergenza
- CEI EN 50399 (CEI 20-108) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma – Apparecchiatura di prova, procedure e risultati
- CEI EN 50575 (CEI 20-115) - Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio
- CEI EN 50577 (CEI 20-36/6-0) – Cavi elettrici – Prova di resistenza la fuoco per cavi non protetti (Classificazione P)
- CEI EN 60332-1-2 (CEI 20-35/1-2) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato
- Norma EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni
- Norma CEI UNEL 35016 - Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011)

Portate di corrente
La portata in regime permanente viene calcolata con i metodi descritti nella Norma CEI 20-21 (IEC 60287). Le portate dei principali tipi di cavo, nelle più comuni condizioni di installazione, sono invece oggetto delle seguenti Norme.

Riferimenti normativi:

- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35024/2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico per tensioni nominali di 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI UNEL 35027* - Cavi energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria e interrata
- CEI 20-65 – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

***Nota:** La presente Norma è ricavata dalla serie di Norme CEI 20-21 (Recepimento italiano della Norma IEC 60287 - serie) ed incorpora la revisione dei valori delle portate di corrente citate nelle Norme CEI UNEL 35028-2 (1982) e 35029-2 (1982).

Condizioni ambientali e di posa

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni delle seguenti norme.
Riferimenti normativi:

- CEI 20-40 (CEI EN 50565-1/2) – Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U)
- CEI 20-67 – Guida all'uso dei cavi con tensione nominale 0.6/1 kV (U0/U)
- CEI 20-89 – Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica

2.1.6. Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale U0/U=100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio

I cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 100/100 V vengono utilizzati per l'interconnessione dei vari elementi nei sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).

Riferimenti normativi specifici per cavi con guaina per tensioni nominali U0/U = 100/100 V:

- CEI 20-105 – Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale U0/U = 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio

TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO:
Le anime dei cavi bipolari devono essere monocolore rosso e nero mentre le anime dei cavi quadripolari devono essere monocolore rosso, nero, bianco e blu. Il colore della guaina deve essere di colore rosso. Per i sistemi di evacuazione vocale con linee a 70 V c.a. o 100 V c.a. il colore della guaina deve essere viola.
I cavi:

- Possono essere utilizzati per i collegamenti degli apparati dei sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale allarme d'incendio, collegati o meno ad impianti d'estinzione o ad altro sistema di protezione, destinati a essere installati in edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso.
- Sono adatti per posa fissa protetta in condotti montati in superficie o incassati o in sistemi chiusi simili.
- Sono idonei per essere posati nella stessa conduttura con circuiti di sistemi elettrici con tensione nominale verso terra fino a 400 V, tipicamente i sistemi di potenza 230/400 V. Tale caratteristica è garantita dalla marcatura sul cavo U0 = 400 V.
- Non sono idonei per altri impieghi quali illuminazione di emergenza, alimentazione di sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore, elettroserrature o comandi di emergenza o altre applicazioni similari aventi tensione di esercizio superiore ai 100 V in c.a. per le quali si devono impiegare i cavi rispondenti alla Norma CEI 20 45.

Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20.

2.1.7. Cavi per energia con tensioni nominali U0/U=300/300 V - U0/U=300/500 V

I cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 300/300 e 300/500 V per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).
I cavi per tensioni nominali con U0/U = 300/300 e 300/500 V sono adatti solo per la posa in tubo, canale o condotto non interrato e non possono essere usati per posa interrata.

Riferimenti normativi specifici per cavi con tensioni nominali U0/U = 300/300 V e 300/500 V - Riferimenti normativi:

- CEI EN 50525 (serie) (CEI 20-107) Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U)
- IMQ CPT 007* - Cavi elettrici isolati in PVC con o senza schermo sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni con tensione nominale fino a 450/750 V

*IMQ CPT = Capitolato tecnico di prova IMQ

TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO:

Cavo standard U0/U = 300/300 V:
FROR 300/300 V
Adatti per posa fissa e destinati all'interconnessione di strumentazione e sistemi di controllo con trasmissione di segnare digitale od analogica, dove può essere richiesta un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica

Cavo standard U0/U = 300/500 V:
H05VV-F
Utilizzo in locali domestici e uffici, per applicazioni ed apparecchi domestici per servizio ordinario, compresi i locali umidi, utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata

H05RN-F
Utilizzo in locali domestici, cucine ed uffici, per applicazioni per servizio ordinario e per l'alimentazione di apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a deboli sollecitazioni meccaniche

FROR 300/500 V
Adatto per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica

FROH2R 300/500 V
Adatto per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica
H05V-K
Installazione all'interno di apparecchi e accessori di illuminazione, adatti per installazioni in tubazioni montate in superficie o incassate quando utilizzati solo per circuiti di segnalazione e di comando

H05Z-K
Installazione all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumo e gas corrosivi in caso di incendio

Cavo con speciale comportamento al fuoco U0/U = 300/500 V:
H05Z1-K
Installazione fissa protetta all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumo e gas corrosivi in caso di incendio

Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20.

2.1.8. Cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 450/750 V

I cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 450/750 V per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).
I cavi per tensioni nominali con U0/U = 450/750 sono adatti solo per la posa in tubo, canale o condotto non interrato e non possono essere usati per posa interrata, eccezion fatta per il cavo H07RN8-F che è stato appositamente studiato per posa con la presenza di acqua.

Riferimenti normativi specifici per cavi con tensioni nominali U0/U = 450/750 V:
- CEI EN 50525 (serie) Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U)
- CEI 20-38 Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0.6/1 kV
- CEI 20-39 – Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V
- CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750 V
- CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U: 450/750V
- IMQ CPT 007* - Cavi elettrici isolati in PVC con o senza schermo sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni con tensione nominale fino a 450/750 V

*IMQ CPT = Capitolato tecnico di prova IMQ

TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO:

Cavo standard U0/U = 450/750 V:
N07V-K
Adatto per ambienti con pericolo di incendio. Installazione entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari, ma solo all'interno di edifici. Installazione fissa entro apparecchi di illuminazione o apparecchiature di interruzione e di comando. Non adatto per posa all'esterno. Particolarmente adatti quando installati a fascio.
H07V-K
Installazione in tubazioni montate in superficie o incassate o sistemi chiusi simili. Adatto per installazione fissa protetta in apparecchiature di illuminazione e comando con tensioni fino a 1000 V in c.a. compreso o fino a 750 in c.c. verso terra
FROR 450/750 V
Adatto per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica
FROH2R 450/750 V
Adatto per servizio mobile e, prendendo opportune precauzioni durante l'installazione, anche per posa fissa non interrata; in particolare sono destinati all'interconnessione tra parti di macchine di costruzione, comprese le macchine utensili, dove richiesto un certo grado di protezione contro l'interferenza elettromagnetica
H07RN-F

Utilizzo in officine industriali ed agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie

H07RN8-F

Utilizzo in officine industriali ed agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie. Cavo flessibile resistente all'acqua

Cavo con speciale comportamento al fuoco U0/U = 450/750 V:

H07Z1-K Type 2

Adatti per l'uso quando è necessaria una prestazione speciale in caso di incendio o quando le condizioni di posa o disposizioni legislative locali richiedono livelli più elevati per la sicurezza delle persone. Particolarmente adatti quando installati a fascio

H07Z-K

Installazione all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumo e gas corrosivi in caso di incendio o combustione

N07G9-K

Adatto in ambienti dove è importante la salvaguardia delle persone: scuole, uffici, teatri, metropolitane, ospedali, pubblico spettacolo e intrattenimento. Installazioni entro tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari

Isolamento Minerale 500V

Adatto per cavi energia che devono lavorare ad altissime temperature visto che tutte le sue componenti sono inorganiche. Adatto a mantenere in servizio le linee di alimentazione delle apparecchiature di emergenza anche durante lo sviluppo di un incendio. Adatto per servizio leggero

Isolamento Minerale 750 V

Adatto per cavi energia che devono lavorare ad altissime temperature visto che tutte le sue componenti sono inorganiche. Adatto a mantenere in servizio le linee di alimentazione delle apparecchiature di emergenza anche durante lo sviluppo di un incendio. Adatto per servizio pesante

Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20.

2.1.9. Cavi per energia con tensioni nominali U0/U = 0.6/1 kV

I cavi per energia con tensioni nominali U_0/U = 0.6/1 kV per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, diverse condizioni di posa, portate di corrente, comportamento al fuoco e resistenza alle sollecitazioni esterne. Per i requisiti/riferimenti normativi generali fare riferimento alla scheda CD 104 (Cavi per energia – Requisiti generali).
I cavi con guaina per tensioni nominali con U_0/U = 0,6/1 kV sono adatti per essere utilizzati per le installazioni in tubo, canale o condotto non interrato, e anche per la posa interrata.

Riferimenti normativi specifici per cavi con tensioni nominali U_0/U = 0.6/1 kV:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi
- CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistente al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni con tensione nominale U_0/U: 0,6 / 1 kV
- CEI 20-48 – Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV
- CEI UNEL 35369 – Cavi per energia isolati in gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni – Cavi con conduttori flessibili per posa fossa – Tensione nominale U_0/U 0,6/1 kV
- CEI UNEL 35370 – Cavi per energia isolati in gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni – Cavi con conduttori rigidi – Tensione nominale U_0/U 0,6/1 kV

- CEI UNEL 35371 – Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni – Cavi multipolari flessibili per posa fissa – Tensione nominale U_0/U 0,6/1 kV
- CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U_0/U: 0,6 / 1 kV
- CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo - Tensione nominale U_0/U: 0,6 / 1 kV
- CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV
- CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U: 0,6/1 kV

TIPO DI CAVO, TENSIONI E SIGLE DI DESIGNAZIONE DEI PRINCIPALI TIPI DI CAVO:

□ Cavo standard U_0/U = 0.6/1 kV:

FG7(O)R 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa; adatti per posa interrata diretta o indiretta

FG7OH1R 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa; adatti per posa interrata diretta o indiretta

FG7OH2R 0,6/1 kV Per l'alimentazione e trasporto di comandi e/o segnali nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale, quando è richiesto un certo grado di protezione contro le interferenze elettromagnetiche. Per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari

□ Cavo con speciale comportamento al fuoco U_0/U = 0.6/1 kV:

FG7(O)M1 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa

FG7OH1M1 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa

FG10(O)M1 0,6/1 kV Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati,per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Nei luoghi nei quali in caso di incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e adatti anche per la posa interrata diretta o indiretta. Adatti per alimentazioni di uscite di sicurezza, segnalatori di allarme, segnalatori di fumo o gas, scale mobili.

FG10(O)M2 0,6/1 kV Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera , in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.

Nei luoghi nei quali in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e adatti anche per la posa interrata diretta o indiretta
FG7OH2M1 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Può essere installato su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari
FTG10(O)M1 0,6/1 kV Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta,
su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti per alimentazione di
uscite di sicurezza, segnalatori di allarme, segnalatori di fumi o gas,
scale mobili
Le tipologie di cavo e le raccomandazioni per l'utilizzo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle presenti nelle Norme di prodotto e con le guide all'uso del CEI CT 20.

2.1.10. Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio, ed avere le seguenti caratteristiche:
Riferimenti normativi:
CEI EN 61386-1 (Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni generali)
CEI EN 61386-21 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori)
CEI EN 61386-22 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori)
CEI EN 61386-23 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori)
CEI EN 61386-24 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati)

TIPO DI INSTALLAZIONE E CARATTERISTICHE

Tipo di installazione o posa:
- a vista
- sottotraccia (pareti o soffitto) o sottopavimento (massetto)
- sottopavimento flottante o dietro pareti/soffitti mobili
- annegati nel calcestruzzo per le costruzioni prefabbricate
- interrati

Caratteristiche dei tubi in funzione della curvatura:
- rigidi
- pieghevoli
- pieghevoli/autorinvenenti
- flessibili

Classificazione normativa dei tubi
Le prestazioni dei tubi nelle suddette norme sono classificate con un sistema a 12 cifre. Ad ogni modo nella pratica ordinaria si utilizzano correntemente soltanto le prime 4 cifre (ad es. 3321), come indicato nei cataloghi dei costruttori.

Di seguito le prestazioni considerate dalla norma.
1. Prima cifra – resistenza alla compressione
2. Seconda cifra – resistenza all'urto
3. Terza cifra – campo di bassa temperatura
4. Quarta cifra – campo di alta temperatura
5. Quinta cifra – resistenza alla curvatura
6. Sesta cifra – caratteristiche elettriche
7. Settima cifra – protezione contro la penetrazione di corpi solidi (grado IP)

8. Ottava cifra – protezione contro la penetrazione dell'acqua (grado IP)
9. Nona cifra – resistenza alla corrosione
10. Decima cifra – resistenza alla trazione
11. Undicesima cifra – resistenza alla propagazione della fiamma
12. Dodicesima cifra – resistenza al carico sospeso

TIPOLOGIA DI TUBI DA PREVEDERE NELLE VARIE CONDIZIONI IMPIANTISTICHE

Sistema di tubi posati a vista (ambienti ordinari):

3321 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma
4321 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma
3321 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma (privo di alogeni)
4422 – Rigido, isolante e non propagante la fiamma (privo di alogeni)
5557 – Rigido e con continuità elettrica
3331 – Pieghevole, con continuità elettrica e non propagante la fiamma
2311 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
2223 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
2222 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
1311 – Flessibile, isolante e e non propagante la fiamma

Sistema di tubi da posare in vista (ambienti speciali):

Almeno X5XX in prossimità di piscine e fontane
Dotati di protezione contro la corrosione per l'uso all'esterno in strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico nel caso di luoghi dove è ospitato il bestiame, in cui è continua la presenza di sostanze corrosive
Almeno 4XXX in strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico nel caso di luoghi i in cui le condutture possono essere esposte agli urti meccanici dovuti ai veicoli e alle macchine agricole mobili,
etc.

Sistemi di tubi da installare sottotraccia (pareti o soffitto) o sottopavimento (massetto):

3321 – Pieghevole, isolante e non propagante la fiamma
3422 – Pieghevole/autorinvenente, isolante e non propagante la fiamma

Sistemi di tubi da installare sottopavimento flottante o dietro pareti/soffitti mobili:

3321 – Pieghevole, isolante e non propagante la fiamma
3422 – Pieghevole/autorinvenente, isolante e non propagante la fiamma
2311 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
2223 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
2222 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma
3331 – Pieghevole, con continuità elettrica e non propagante la fiamma
1311 – Flessibile, isolante e e non propagante la fiamma

Sistemi di tubi annegati nel calcestruzzo per le costruzioni prefabbricate:

3322 – Pieghevole/autorinvenente e isolante (di colore rosso/arancione se propagante la fiamma)
3422 – Pieghevole/autorinvenente, isolante e non propagante la fiamma
2223 – Flessibile, isolante e non propagante la fiamma

INDICAZIONI DI BUONA TECNICA

- Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm (6 mm solo per i tubi flessibili).
- Negli ambienti residenziali il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm. Inoltre è richiesta la sfilabilità dei cavi.
- Negli ambienti speciali il diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
- Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri.

2.1.11. Sistemi di canali con feritoie laterali per il cablaggio all'interno di quadri e apparecchiature elettriche

I sistemi di canali con feritoie laterali per cablaggio vengono utilizzati per l'ordinamento e la separazione dei circuiti all'interno di quadri o armadi e in generale apparecchiature elettriche complesse.
Devono prevedere sistemi di trattenuta e agevole ordinamento e derivazione dei cavi ed evitare durante il funzionamento cedimenti che possano compromettere la sicurezza.
Il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.
Riferimenti normativi:
CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 50085-2-3 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all'interno di quadri elettrici

La seguente classificazione del sistema deve fornire la linee guida alla definizione dell'opportuno sistema di canali adatto alle funzioni garantite dall'impianto ed all'ambiente installativo.
Materiale:

Resistenza alla propagazione della fiamma
non propagante la fiamma
Posizione di installazione previste
montaggio su superficie orizzontale o verticale esclusa la posizione con il coperchio in basso

2.1.12. Sistemi di canali e condotti e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi –

I sistemi di canali e di condotti (canali a sezione non circolare senza coperchio di accesso alle parti attive) devono prevedere gli opportuni componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto in funzione dell'ambiente e della sollecitazioni a cui sarà sottoposto, riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera.
Indicazioni per la sicurezza
- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

Indicazioni di buona tecnica
- le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito.
- le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8).
- il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia.
- il canale ad uso battiscopa installato, deve assicurare che i conduttori isolati / parti attive siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Riferimenti normativi:
- CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 50085-2-1- Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto

Componenti installabili nei canali:
serie civile
apparecchi modulari

Deve essere prevista la possibilità di installare i cavi appartenenti ai seguenti circuiti:

energia
illuminazione ordinaria
illuminazione di sicurezza
telefonica
trasmissione dati

Resistenza alla propagazione della fiamma
non propagante la fiamma
Protezione contro la penetrazione dei corpi solidi estranei (minimo IP 20)
Nota: IP4X o qualsiasi grado di protezione superiore, non può essere dichiarato quando si basi sull'accostamento testa a testa o sulla precisione del taglio dell'elemento rettilineo del canale o del coperchio, senza che siano forniti componenti appositi o mezzi di montaggio o mezzi sigillanti addizionali forniti dal costruttore.
Protezione addizionale contro l'accesso alle parti pericolose
IPXX – D

Nota: IPXX-D non può essere dichiarato quando si basi sull'accostamento testa a testa o sulla precisione del taglio dell'elemento rettilineo del condotto, del canale o del coperchio, senza che siano forniti componenti appositi o mezzi di montaggio o mezzi sigillanti addizionali forniti dal costruttore.
Modalità di apertura del coperchio di accesso del sistema
coperchio apribile solo con attrezzo.

Posizione di installazione
incassato nella parete o nel soffitto
a filo parete o soffitto
sporgente o semi-incassato sulla parete o sul soffitto
fissato alla parete e sostenuto da una superficie diversa dal pavimento
fissato a parete e sostenuto dal pavimento (uso battiscopa)
distanziato dalla parete o dal soffitto usando dispositivi di sospensione

2.1.13. Sistemi di canali e di condotti a pavimento

I sistemi di canali e di condotti a pavimento devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:
- canale o condotto
- elementi di giunzione
- elementi di derivazione
- elementi d incrocio
- cassette e scatole a più servizi
- Vedi anche parte canali e condotti a parete/soffitto

Riferimenti normativi:
CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI EN 50085-2-2 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento o soprapavimento.
Tipo di installazione o posa
sottopavimento flottante
annegato nel pavimento
a filo pavimento
soprapavimento

Indicazioni per la sicurezza
Gli elementi strutturali componenti il sistema devono essere componibili in modo da consentire la realizzazione di impianti a più servizi, anche fra loro separati.

Il sistema deve permettere la realizzazione dei seguenti impianti:
elettrici
telefonici
ausiliari

2.1.14. Cassette di derivazione e giunzione

Riferimenti normativi:
CEI EN 60670-1 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali
CEI EN 60670-22 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 22: Prescrizioni particolari per scatole e involucri di derivazione
Indicazioni per la sicurezza
- I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza "normalizzata".
- Tutte le cassette devono poter contenere i morsetti di giunzione e di derivazione.
- Per cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere previsti opportuni setti separatori.
Indicazioni di buona tecnica
Nelle cassette di derivazione lo spazio occupato dai morsetti e dai cablaggi non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile. Tale requisito è obbligatorio nel caso di impianti elettrici situati in unità immobiliari ad uso residenziale situate all'interno dei condomini o di unità abitative mono o plurifamiliari.
Le cassette devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, e costruite in materiale isolante o metallico.
In particolare le cassette destinate ad essere installate in pareti cave, soffitti cavi, pavimenti cavi o mobilio devo essere costruite con un materiale in grado di resistere alla prova del filo incandescente realizzata ad un valore di 850 °C.
Devono poter essere installate a parete o ad incasso (sia in pareti piene che a doppia lastra con intercapedine) con sistema che consenta planarità e parallelismi.
Nella versione da parete, le scatole devono avere grado di protezione almeno IP40.
L'installazione al loro interno di altri componenti elettrici che normalmente dissipano una potenza non trascurabile **è ammessa solo se:**
- Le cassette sono dichiarate conformi alla Norma CEI 23-49 e
- La potenza totale dissipata all'interno della cassetta moltiplicata per 1,2 è minore di quella dissipabile dalla cassetta stessa.
- Le cassette sono dotate di dispositivo di supporto adatto a sostenere tali dispositivi (es. barra DIN).

2.1.15. Morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente all'interno di quadri elettrici, cassette di derivazione o di canali e passerelle a mezzo di apposite morsettiere e morsetti aventi le seguenti caratteristiche:
Riferimenti normative (per industria):
CEI EN 60947-1 (Apparecchiature a bassa tensione)
CEI EN 60947-7-1 (Morsetti componibili per conduttori di rame)
CEI EN 60947-7-2 (Morsetti componibili per conduttori di protezione in rame)
CEI EN 60947-7-3 (Prescrizioni di sicurezza per morsetti componibili con fusibili)
Riferimenti normative (per usi domestici e similari):
CEI EN 60998-1 (Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari – Prescrizioni generali)
CEI EN 60998-2-1 (Dispositivi di connessione con unità di serraggio di tipo a vite - IEC 60998-

2-1)
☐ CEI EN 60998-2-2 (Dispositivi di connessione con unità di serraggio senza vite - IEC 60998-2-2)
☐ CEI EN 60998-2-3 (Dispositivi di connessione con unità di serraggio a perforazione d'isolante - IEC 60998-2-3)
☐ CEI EN 60998-2-4 (Dispositivi di connessione a cappuccio - IEC 60998-2-4)
☐ **Guide per Morsetti componibili:**
- EN 60715 (Guida TH 35-7,5)
- EN 60715 (Guida TH 35-15)
- EN 60715 (Guida G32)

2.1.16. Armadi e involucri per quadri generali

Gli armadi e gli involucri devono essere costruiti in lamiera e devono permettere la realizzazione di quadri aventi le seguenti caratteristiche:
Riferimenti normativi:
CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
Grado di protezione dell'involucro:
IP 30
Esecuzione da pavimento:
elementi componibili
struttura monoblocco

Portello:
SI
trasparente con apertura a mezzo chiave
Condizioni di installazione:
accessibilità solo dal fronte

2.1.17. Quadri elettrici BT

Riferimenti normativi:
CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) fino al 2014 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD)
CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari – Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa

tensione - Prescrizioni generali
CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.
Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.
In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.
La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.
Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

Tipologie di quadri elettrici
I quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.
Di seguito sono indicate le tipologie e le caratteristiche che devono avere i quadri elettrici in relazione alle tipologie di utilizzo.
a) Quadro generale

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze
è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.
Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.
b) Quadri secondari di distribuzione
Sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc. Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.
c) Quadri di reparto, di zona o di piano
Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.
d) Quadri locali tecnologici
Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali

tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.
Gli involucri e i gradi di protezione di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali. Normalmente in questi ambienti è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, quindi non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.
e) Quadri speciali (es. Sale operatorie, centrale di condizionamento, ecc.)
Per quadri speciali si intendono quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).
Gli involucri e i gradi di protezione di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.
Forme di segregazione
Nei quadri di rilevante potenza e in genere dove sono presenti sistemi di sbarre, in funzione delle particolari esigenze gestionali dell'impianto (es. manutenzione), la protezione contro i contatti con parti attive può essere realizzata con particolari forme di segregazione dei diversi componenti interni come descritto di seguito:
- **forma 1**= nessuna segregazione
- **forma 2** = le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni non sono segregati da sbarre
- **forma 2b** =le sbarre sono segregate dalle unità funzionali; i terminali per i conduttori esterni **sono segregati da sbarre**
- **forma 3a** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni non segregati da sbarre.
- **forma 3b** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra. Segregazione dei terminali di collegamento per i conduttori esterni dalle unità funzionali ma non tra loro. Terminali per i conduttori esterni segregati da sbarre.
- **forma 4a** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni nella stessa cella dell'unità funzionale associata.
- **forma 4b** = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Terminali per i conduttori esterni non nella stessa cella dell'unità funzionale associata ma in spazi protetti da involucro o celle singoli e separati.

Grado di protezione degli involucri
Il grado di protezione degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro è sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.
I gradi di protezione più comuni sono: IP20; IP 30; IP40; IP44; IP55.
Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione
I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.
Targhe
Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili.

Nota: Nella recente CEI EN 61439-1 sono richiesti in targa anche la data di costruzione e la norma di riferimento (es. CEI EN 61439-2)

Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri

Per i quadri elettrici è bene prevedere la possibilità di ampliamenti futuri, predisponendo una riserva di spazio aggiuntivo pari a circa il 20% del totale installato.

Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche degli apparecchi installati nei quadri elettrici dipendono dallo sviluppo progettuale degli impianti e devono essere determinate solo dopo aver definito il numero delle condutture (linee) e dei circuiti derivati, la potenza impegnata per ciascuno di essi e le particolari esigenze relative alla manutenzione degli impianti.

2.1.18. Sezionamento e comando

La Norma CEI 64-8 contiene nel Capitolo IV, le prescrizioni relative al sezionamento e comando.
Deve essere previsto un interruttore su ogni circuito salvo casi particolari.
Nel sistema TT l'interruttore deve poter sempre sezionare anche il conduttore di neutro.
Nei quadri alimentati da due o più sorgenti deve essere prevista una scritta od un cartello ammonitore per avvertire della necessità di sezionare tutte le parti in tensione quando, per ragioni di manutenzione, si debba accedere alle parti attive.
Nei quadri di notevole dimensione può essere previsto in aggiunta alla scritta o ai cartelli ammonitori, un interblocco che ponga fuori tensione le parti a cui si deve accedere.
Si devono prevedere dispositivi per assicurare la scarica dell'energia accumulata (per esempio in condensatori).
Quando il dispositivo di sezionamento non è sotto il controllo dell'operatore si deve ad esempio ottemperare ad una delle seguenti prescrizioni:
- sistemazione in involucro chiuso a chiave
- sistemazione in involucro in locale chiuso a chiave
- blocchi meccanici
- scritta o altra opportuna segnaletica (questa misura di protezione è vieteta negli ambienti ai quali abbia accesso il pubblico.)

Provvedimento contro l'accesso a parti attive nei quadri di notevole dimensione alimentati da due o più sorgenti:

cartelli ammonitori o altra scritta
interblocco

Provvedimento contro la manovra intempestiva del dispositivo di sezionamento:

sistemazione in involucro chiuso a chiave
sistemazione in locale chiuso a chiave
blocco meccanico

Nota: Per ambienti e applicazioni particolari vedere le specifiche prescrizioni.

2.1.19. Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La Norma CEI 64-8 prevede varie misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti. Per quanto riguarda gli impianti elettrici si rammentano le disposizioni dell'articolo 6 del DM 37/08

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE (SISTEMI SELV e PELV)

Questa tipologia di protezione prevede una tensione di alimentazione, che prevede una tensione ≤ 50 V in c.a. e ≤ 120 V in c.c., e, inoltre, comporta che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

a) Alimentazione da:

□ trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di sicurezza similari

b) Circuiti così composti:

□ le parti attive e le masse non collegate a terra

□ circuiti elettricamente separati

□ prese a spina non intercambiabili con quelle degli altri sistemi né con contatto di terra (eccetto PELV per il solo contatto di terra)

□ **Prescrizioni riguardanti solo i circuiti PELV**

Il circuito, a differenza del sistema SELV, presenta un punto collegato a terra, quindi la protezione nei confronti dei contatti diretti deve essere assicurata mediante i seguenti requisiti addizionali:

a) involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB

b) con isolamento capace di tenere 500 V per un minuto

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI PROTEZIONE FUNZIONALE (SISTEMI FELV)

Quando si utilizza una tensione ≤ 50 V in c.a. o ≤ 120 V in c.c., e per ragioni funzionali non sono soddisfatte tutte le prescrizioni dei sistemi SELV e PELV, si devono adottare le seguenti protezioni:

□ **Protezione contro i contatti diretti:**

□ mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IPXXB, o

□ per superfici superiori orizzontali mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD, oppure

□ con isolamento principale corrispondente alla tensione nominale del circuito primario della sorgente,

□ **Protezione contro i contatti indiretti:**

□ mediante interruzione automatica con collegamento delle masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema del primario

□ in un sistema alimentato con la misura di protezione mediante separazione elettrica si devono collegare le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non collegato a terra.

□ Le prese a spine devono avere il contatto di messa a terra

PROTEZIONE TOTALE

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

□ tutte le parti attive devono essere adeguatamente isolate

□ l'isolamento deve essere rimosso solo mediante distruzione

□ l'isolamento dei quadri elettrici deve soddisfare le relative Norme

Protezione mediante involucri o barriere:

□ gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IPXXB e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IPXXD.

Quando è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, ciò deve essere possibile solo:

a) con uso di chiave o attrezzo

b) se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono

protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi

c) se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o attrezzo

PROTEZIONE PARZIALE

⊏ **Protezione mediante ostacoli**

Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale. Gli ostacoli devono impedire:

⊏ l'avvicinamento non intenzionale a parti attive

⊏ il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione

⊏ **Protezione mediante distanziamento**

Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

PROTEZIONE ADDIZIONALE

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori. La protezione a mezzo di interruttore differenziale con Idn ≤ 30 mA è comunque richiesta nei seguenti impianti:

⊏ domestici per circuiti di prese a spina fino a 20 A

⊏ nel caso di circuiti che alimentano prese a spina fino a 32 A destinate ad apparecchi mobili usati all'esterno

devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale.

PROTEZIONE CON IMPIEGO DI COMPONENTI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE (isolamento doppio o rinforzato)

Questa misura si basa sulla scarsa probabilità che si verifichi una situazione di pericolo nell'impianto elettrico, dovuti a due cedimenti contemporanei dell'isolamento.

PROTEZIONE PER SEPARAZIONE ELETTRICA

Mediante una sorgente con almeno una separazione semplice, e la tensione del circuito separato non deve superare 500 V.

Le caratteristiche del circuito separato devono essere le seguenti:

⊏ tensione nominale non superiore a 500 V

⊏ lunghezza massima del circuito 500 m

⊏ il prodotto della tensione nominale in volt per la lunghezza in metri non deve superare il valore di 100.000 V⊏m

⊏ le parti attive non devono essere collegate a terra né collegate a nessun altro circuito

⊏ la separazione verso eventuali altri circuiti elettrici deve essere almeno equivalente a quella richiesta tra gli avvolgimenti del trasformatore d'isolamento.

È consigliabile usare cavi o condutture distinti, oppure:

⊏ si devono impiegare cavi multipolari sotto guaina non metallica

⊏ si devono impiegare cavi unipolari posati in condotti isolati

Le masse non devono essere collegate intenzionalmente né con la terra né con le masse, o con i conduttori di protezione di altri circuiti, né con masse estranee.

Se il circuito separato alimenta un solo apparecchio non si deve effettuare il collegamento equipotenziale.

Se il circuito separato alimenta più apparecchi si devono osservare le seguenti prescrizioni:

1)	le masse del circuito separato devono essere collegate tra loro con conduttori equipotenziali isolati non collegati a terra. E' vietata l'interconnessione fra questi conduttori con il conduttore di protezione, le masse di altri circuiti e le masse estranee

2)	tutte le prese a spina del circuito separato devono avere un contatto di terra collegato al conduttore cui al punto precedente
3)	tutti i cavi flessibili degli apparecchi elettrici (escluso quelli di classe II) devono avere un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore equipotenziale
4)	la protezione contro il doppio guasto verso massa di due fasi distinte deve intervenire entro i tempi previsti dalla tabella 41A e da quelle dei "tempi di interruzioni massimi (CEI 64-8)

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA SENZA PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE "SISTEMA TT"

PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO

Per i sistemi di I categoria, senza propria cabina di trasformazione, sistema TT, la protezione contro i contatti indiretti deve essere attuata mediante impianto di terra locale, coordinato esclusivamente con interruttori automatici differenziali.

Tale condizione si ritiene soddisfatta con l'applicazione della seguente formula:

RE x Idn < UL

Dove:

RE è la resistenza del dispersore

Idn e la corrente differenziale nominale

UL e la tensione di sicurezza o di contatto limite (50 V)

In presenza di correnti di guasto non alternate non devono essere utilizzati differenziali di tipo AC

Nel caso in cui si ritenga opportuno ottenere una più efficace protezione addizionale contro i contatti diretti è possibile installare un interruttore automatico differenziale ad altissima sensibilità Idn = 0,01A.

Va tenuto presente che gli interruttori differenziali ad altissima sensibilità possono determinare interventi intempestivi e vanno pertanto usati solo per circuiti finali.

L'impiego di questa protezione addizionale può essere previsto soprattutto a protezione dei locali ove le persone sono più vulnerabili nel caso di contatti con le parti conduttrici (esempio bagni, lavanderie, camere bambini, ….).

Nel caso di più dispositivi di protezione si considera la corrente di intervento più elevata. Inoltre:

□ Le masse dell'impianto utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra locale a mezzo apposito conduttore di protezione.

□ Ove necessario le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari (es. bagni, piscine), o supplementari.

□ Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra delle masse, devono avere il polo di terra collegato al conduttore di protezione.

2.1.20. Condutture Elettriche

Le condutture elettriche per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti utilizzatori devono essere scelti tenendo conto degli elementi che vengono elencati di seguito.

Riferimenti normativi:

CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

Definizioni:

- **Condutture**: Insieme costituito da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.
- **Cavo**: Il termine cavo è usato per indicare tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo.

Terminologia usata per le modalità di posa:

- **Conduttura in tubo**: Conduttura costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo il quale può essere incassato, o in vista o interrato.
- **Conduttura in canale**: Conduttura costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio
- **Conduttura in vista**: Conduttura nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (es.: graffette o collari).
- **Conduttura in condotto**: Conduttura costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati

in opera.
- **Conduttura in cunicolo**: Conduttura costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile.
- **Conduttura su passerelle**: Conduttura costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio.
- **Conduttura in galleria**: Conduttura costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

Terminologia usata in relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione:
Le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:
- **Conduttura di distribuzione attraverso montante**: Conduttura a sviluppo prevalentemente verticale.
- **Conduttura di distribuzione attraverso dorsali**: Conduttura a sviluppo prevalentemente orizzontale.
- **Conduttura di distribuzione diretta agli utilizzatori**.

Prescrizioni relative alle condutture:
- La distribuzione deve essere eseguita con i tipi di cavi indicati nelle apposite Tabelle più avanti riportate.
- La posa di cavi direttamente sotto intonaco non è consigliata .
- I cavi installati entro tubi sono generalmente sfilabili e re-infilabili, questo requisito è obbligatorio negli impianti in ambienti residenziali (capitolo 37 CEI 64-8).
- I cavi installati dentro canali, condotti, cunicoli, passerelle, gallerie devono poter essere facilmente posati e rimossi.
- I cavi posati in vista devono essere, ove necessario e secondo quanto prescritto dalle Norme, protetti da danneggiamenti meccanici.

Prescrizioni di sicurezza e di buona tecnica:
- Il percorso deve essere ispezionabile (nel caso di montanti ciò deve essere possibile almeno ad ogni piano)le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici;
- Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi utilizzati per la posa dei conduttori, si raccomanda sia 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm per assicurare la sfilabilità;
- Negli ambienti residenziali il diametro interno deve essere almeno 1,5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm;
- Il coefficiente di riempimento deve essere pari al massimo a 0,5 per gli scomparti destinati ai cavi per energia;
- (si raccomanda di prevedere un tubo protettivo, un canale o scomparto per ogni servizio.);
- I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8);
- Il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti;
- Il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e neutro (PEN) deve avere la colorazione giallo-verde e fascette terminali blu chiaro, oppure colorazione blu e fascette terminali giallo-verde;
- Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve poter essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

Per circuito di segnalamento e comando, si possono usare cavi con tensione nominale $\leq$ 300/500V.
Nel dimensionamento dei cavi dei montanti e sulle dorsali, è opportuno tenere conto di maggiorazioni conseguenti ad utilizzi futuri.

Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari:
- I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.
- I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della CEI 64-8.
- I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.
- I cavi di circuiti separati derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

2.1.21. Sezioni minime

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione; in ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

Conduttori di fase

- 1,5 mm2 (rame) per impianti di energia

Conduttori per impianti di segnalazione

- 0,5 mm2 (rame)

Conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm2

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm2, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario* , non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm2.

Nota: Se si impiegano cavi multipolari (es. 3x95+ N) le Norme sui cavi prevedono la stessa sezione per il neutro e i conduttori attivi, mentre per sezioni maggiori vale la tabella **B1** (per i cavi multipolari) e la tab. **B** (per i cavi unipolari).

La norma CEI 64-8 prevede le sezioni relative ai conduttori dell'impianto di terra.

* La corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi.

Conduttore di protezione

Le sezioni del conduttore di protezione devono essere:

- calcolate come indicato nella formula A
- scelte come indicato nella tabella B nel caso di impiego di cavi unipolari
- scelte come indicato nella tabella B1 nel caso di impiego di cavi multipolari
- in ogni caso non devono essere inferiori a quanto indicato nella prescrizione C

Formula A:

$$Sp = \frac{\sqrt{(I^2 t)}}{K}$$

dove:

Sp = sezione in mm2

I = valore efficace in ampere della corrente di guasto franco a massa del conduttore

t = tempo, in secondi, di interruzione del dispositivo di protezione; di protezione;

K = coefficiente che varia con il variare del tipo di cavo

- 115 per cavi isolati in PVC
- 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G7 o in polietilene reticolato

Prescrizione C:

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm2 (rame) se protetto meccanicamente
- 4,0 mm2 (rame) se non protetto meccanicamente

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): non inferiore a 6 mm2

Conduttore di terra

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm2 in rame o ferro zincato

- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm2 (rame) oppure 50 mm2 (ferro)
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori dati in Tabella **B**.

Se dall'applicazione di questa Tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Conduttore PEN (solo nel sistema TN)

- non inferiore a 10 mm2 (rame)

Conduttori equipotenziali principali

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm2 (rame)
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm2 (rame)

Conduttori equipotenziali supplementari

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
- 2,5 mm2 (rame) se protetto meccanicamente
- 4 mm2 (rame) se non protetto meccanicamente

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

Portata di corrente in regime permanente (tabella CEI-UNEL 35024/1).

Tabella B (cavi unipolari):

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mm^2 rame)	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE Sp (mm^2 rame)
S fino a 16 oltre 16 e fino a 35 oltre 35	Sp = S 16 Sp = S/2
I valori della Tabella B sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della Tabella.	

Tabella B1 (cavi multipolari):

Esempio di dimensionamento delle sezioni minime del conduttore di neutro e di protezione per i cavi multipolari

Conduttori per la fase S mm^2	Conduttore per il neutro Sp mm^2	Conduttori per la fase S mm^2	Conduttore per il neutro Sp mm^2	Conduttori per la fase S mm^2	Conduttore per il neutro Sp mm^2
1,5	1,5	25	25	150	95
2,5	2,5	35	25	185	95
4	4	50	25	240	120
6	6	70	35	300	150
10	10	95	50	400	240
16	16	120	70	500	300

Montanti per edifici residenziali

Vengono riportati di seguito gli elementi sulla base dei quali si può effettuare il corretto dimensionamento dei montanti.

	Utenza monofase 230 V					*Utenza Trifase 400 V*			
Potenza contrattuale kW	1,5	3	4,5	6	10	3	6	10	20
Potenza tollerata +10%	1,65	3,3	4,95	6,6	11	3,3	6,6	11	22
Corrente max tollerata (A)	7,97	15,94	23,91	31,88	53,14	5,30	10,60	17,66	35,32
Corrente nominale interruttore utente (A)[a)]	8	15	25	32	50	8	10	20	40
Corrente di non intervento Inf =1,13 In (A)	9,04	16,95	28,25	36,16	56,5	9,04	16,95	22,6	45,2
Cavi unipolari senza guaina isolati in PVC entro tubo sotto intonaco, tipo di posa 5									
Sezione cavo montante (mm^2)	2,5	6	10	10	16	2,5	4	6	16
Portata (A)	24	41	57	57	76	21	28	36	68
Portata con fattore di riduzione K = 0,70[b)]	16,8	28,7	39,8	39,8	53	14,7	19,6	25,2	47,6
Caduta di tensione%[c)]	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lunghezza max[d)]	36	34		35	36	128			75

a) Il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti a valle del punto di consegna si può omettere se sono soddisfatte le condizioni indicate nel commento alla sezione 473 della 64-8.

b) Per la situazione prevista dal presente esempio si è valutato in assenza di informazioni precise

al riguardo nela norma CEI UNEL 35024/1 la cui tabella IV si applica a cavi con guaina, che potesse essere ragionevolmente scelto un fattore di riduzione = a 0.70.
c) Per rispettare il valore della caduta di tensione del 4% raccomandato dalla Norma CEI 64-8 si è ipotizzato una caduta di tensione del 2% lungo il montante e del 2% all'interno dell'appartamento.
d) La lunghezza massima e la corrispondente caduta di tensione è riferita alla corrente nominale dell'interruttore del distributore e vale per un fattore di potenza di 0.9 per utenze monofase e monofase per 0.8 per utenze trifase.

2.1.22. Selettività d'intervento dei dispositivi di protezione

Riferimenti normativi:
CEI EN 60898
CEI EN 60947-2
CEI EN 61008-1
CEI EN 61009-1
Quando più dispositivi di protezione sono disposti in serie e quando le necessità di esercizio lo giustificano, le loro caratteristiche di funzionamento devono essere scelte in modo da interrompere l'alimentazione solo nella parte dell'impianto nella quale si trova il guasto.
Come realizzare la selettività
- con selettività amperometrica: usando dispositivi di protezione dalle sovracorrenti a diversa taratura;
- con selettività cronometrica: usando dispositivi di protezione dalle sovracorrenti aventi ritardo intenzionale:
- con dispositivi di protezione differenziale con eventuale possibilità di regolazione dei tempi e delle correnti differenziali di intervento;
- con dispositivi di protezione differenziale collegati in serie: con l'apparecchio a monte ritardato (simbolo S in targa) e a valle un apparecchio differenziale di tipo generale, con rapporto tra le correnti differenziali nominali ≥ 3.

Caratteristiche dei dispositivi di protezione
Nella scelta del dispositivo di protezione per avere la selettività occorre garantire che le condutture siano sempre protette contro i corto circuiti.
In particolare si ricorda che dalla Norma **CEI 64-8**: "E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.
In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia lasciata passare da questi due dispositivi non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi".
Quest'ultima protezione, in gergo impiantistico, viene anche chiamata :
"protezione di BACK-UP".

2.1.23. Uffici

L'impianto elettrico negli uffici deve essere molto flessibile al fine di consentire l'allacciamento di nuovi utilizzatori o servire nuovi impianti. La flessibilità dipende dal tipo di impianto che la costruzione consente di realizzare:
- con pareti tradizionali in muratura. Può essere installata una rete di tubazioni esterna o sotto traccia a soffitto e/o a parete oppure nel contro soffitto. Nella zona a pavimento può essere installata una rete di canali in materiale isolante con attacchi modulari per derivazioni di torrette;
- con pareti mobili o pianta aperta (open space). Può essere installata una rete di tubazioni a soffitto come sopra indicato e di canali ubicati nel pavimento con attacchi modulari per derivazioni di torrette per i pavimenti tradizionali oppure canali o passerelle nel pavimento sopra elevato.

Inoltre , l'impianto di illuminazione deve essere gestito in modo ottimale in funzione del risparmio energetico e del comfort visivo attraverso l'impiego di un sistema intelligente di gestione e regolazione.

☐ **Riferimenti legislativi e normativi:**

- DM 22 febbraio 2006 – Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici
- CEI 64-8 - per impianti elettrici utilizzatori – Settima edizione Luglio 2012 e varianti V1 e V2
- CEI 64-15 – Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica (ove applicabile)
- CEI 64-50; V1 – Edilizia ad uso residenziale e terziario – Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici – Criteri generali
- CEI 306-10 – Sistemi di cablaggio strutturato – Guida alla realizzazione e alle norme tecniche
- UNI EN 12464-1 – Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni
- UNI EN 1838 – Applicazione dell'illuminotecnica – Illuminazione di emergenza

Gli impianti elettrici negli uffici sono generalmente alimentati dal quadro di piano o di zona. Essi devono prevedere la protezione dei circuiti mediante protezioni differenziali e con protezioni da sovratensioni, come qui di seguito indicato.

Al fine di proteggere le apparecchiature, si consiglia di valutare l'opportunità di predisporre un sistema di protezione contro le sovratensioni, anche se non previsto dall'analisi del rischio per la protezione delle persone.

2.1.24. Impianto aspirazione bagni ciechi

Riferimenti normativi:

CEI EN 60335 - 2 - 80 (sicurezza aspiratori per locali singoli)

CEI 64-50

L'aspirazione forzata dell'aria viziata nei bagni ciechi si può ottenere, ad esempio, mediante:

aspiratore nel singolo locale (aspiratore con serranda che si chiude quando la ventola è ferma e si riapre quando la ventola aspira)

bocchetta raccordata a colonna o canale verticale (di solito usata quando sulla stessa colonna si possono raccordare più bocchette. Sulla sommità della colonna è inserito un torrino di estrazione).

Nella zona 2, è possibile installare l'eventuale aspiratore in classe II con grado di protezione IPX4, con protezione mediante interruttore differenziale da 30mA (le zone 1 e 2 esistono solo in presenza della vasca da bagno o del piatto doccia ed è limitata ad una altezza di m. 2,25; sopra tale altezza si definisce zona ordinaria).

Se un aspiratore a tensione di rete viene installato nella zona 3, occorre una protezione minima IPX1: è comunque consigliabile (visto l'effetto condensa nei bagni) installare un aspiratore con protezione IPX4 anche nella zona ordinaria.

Se l'aspiratore è installato nei bagni pubblici o destinati a comunità dove, per la pulizia, sia previsto l'uso di getti d'acqua, si deve installare un apparecchio SELV o IPX5.

COMANDO ASPIRAZIONE

L'aspiratore del singolo locale può essere avviato, ad esempio, contemporaneamente all'illuminazione del locale a mezzo d'interruttore bipolare. È opportuno che la disinserzione avvenga con un ritardo prefissato (es. a mezzo di temporizzatore elettronico).

Il comando motore del torrino di estrazione può essere dato da interruttore orario programmabile e il funzionamento può essere:

continuo

saltuario

Ricambi aria (per i ricambi aria occorre verificare il regolamento edilizio comunale presso il Comune interessato)

Per l'aspirazione del singolo locale (funzionamento saltuario), di solito vengono richiesti 12 ricambi / ora.

Per l'aspirazione con torrino di estrazione, di solito vengono richiesti:

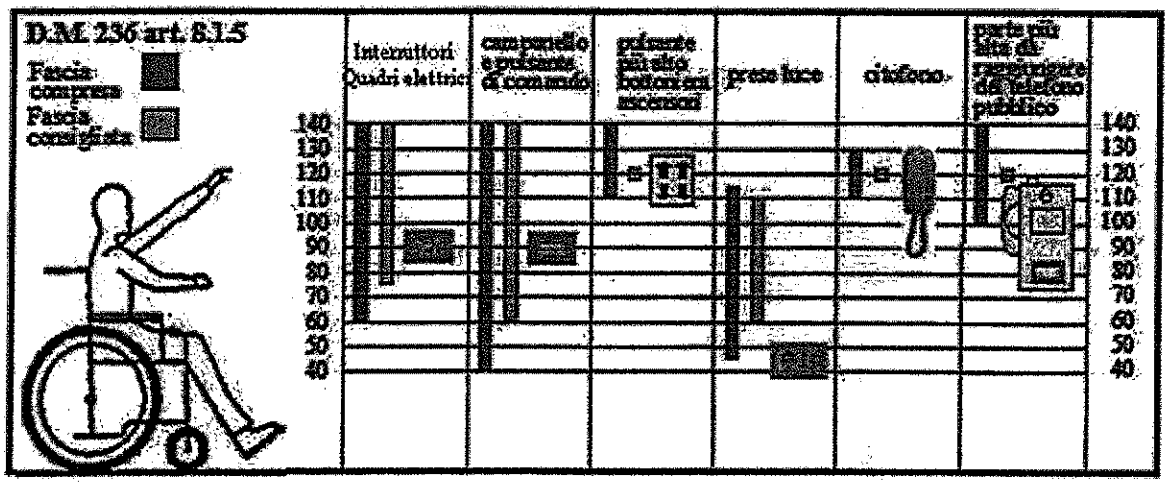
6 ricambi / ora, se il funzionamento è continuo

12 ricambi / ora, se il funzionamento è saltuario
A titolo puramente orientativo si danno alcune indicazioni sulle portate di alcuni aspiratori a muro:
- aspiratore 230 V c.a. - 16 W: portata 65 m3/h
- aspiratore 2230 V c.a. - 95 W: portata 400 m3/h

2.1.25. Ausili per portatori di handicap

Nella definizione dell'impianto elettrico in questo genere di strutture, il progettista deve considerare quanto indicato dal **D.M. 14 giugno 1989, n 236** e da eventuali ulteriori disposizioni regionali.
Il DM 236 fornisce i criteri generali di progettazione degli spazi costruiti al fine di consentirne la fruizione a tutti i cittadini . a questo scopo vengono considerati 3 livelli di qualità dello spazio costruito: accessibilità; visibilità; adattabilità.
Art 2 G) Per **accessibilità** si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia.
Art 2 H) Per **visitabilità** si intende la possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare. Sono spazi di relazione gli spazi di soggiorno o pranzo dell'alloggio e quelli dei luoghi di lavoro, servizio ed incontro, nei quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta.
Art 2 I) Per **adattabilità** si intende la possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale.

I livelli di qualità dello spazio costrutito interessano principalmente l'edilizia; per quanto riguarda gli impianti elettrici il DM prescrive quanto segue:
Art. 4.1.5 Terminali degli impianti
Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, le valvole e i rubinetti di arresto delle varie utenze, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonchè i campanelli, pulsanti di comando e i citofoni, devono essere, per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protetti dal danneggiamento per urto.per le specifiche vedi art 8.1.5
Art. 8.1.5 Terminali degli impianti
....devono essere posti ad altezza compresa tra 40 e 140 cm.



Si ricorda che la fascia di accessibilità compresa tra i 40 e il140 cm è riferita alle apparecchiature normalmente normalmente utilizzate e che si vuole manovrate dall'utente fruitore degli spazi.
Si intendono esclusi i componenti installati ad altezze diverse per scelta progettuale al fine di migliorare

la sicurezza e l'economia dell'impianto come ad esempio:
- prese aspiratore bagno
- prese alimentazione utenze fisse in cucina e bagno;
- prese alimentazione punti luce fissi a soffitto o a parete

Art. 4.1.6 - Servizi igienici
Deve essere garantito in particolare: la dotazione di opportuno campanello di emergenza posto in prossimità della tazza.

2.1.26. Comando e arresto di emergenza

Riferimenti normativi:
CEI 64-8
Deve essere previsto il COMANDO DI EMERGENZA per quelle parti dell'impianto per le quali sia necessario agire per eliminare pericoli imprevisti. Tali comandi devono essere previsti, ad esempio, per i seguenti impianti:
- impianti di ventilazione centralizzati
- lampade a scarica ad alta tensione (es. insegne al neon)
- centrali termiche
- grandi cucine
- autorimesse pubbliche
- autorimesse private con più di nove autoveicoli, o con più di nove box che non abbiano l'accesso da spazio a cielo libero.
- laboratori didattici

Deve essere previsto l'ARRESTO DI EMERGENZA quando i movimenti prodotti elettricamente possono essere causa di pericolo, come, ad esempio, per i seguenti impianti:
- scale mobili
- porte azionate elettricamente
- nastri trasportatori

Scelta dei dispositivi di comando e di arresto di emergenza
Tali dispositivi devono essere in grado o di interrompere la corrente di pieno carico o di agire sui circuiti di controllo.
Il comando può essere:
un interruttore che interrompa direttamente l'alimentazione
pulsante, interruttore o simile che agisca sul circuito di comando
Il comando di emergenza può essere realizzato con interruttori, contatori, ecc. comandati a distanza, che devono aprire per DISECCITAZIONE DELLE BOBINE, oppure devono essere usate altre tecniche, che in caso di guasto pongano il sistema in condizioni di sicurezza.
"Altre tecniche" possono essere, ad esempio:
un interruttore con bobina di apertura A LANCIO DI CORRENTE, purché sia PERMANENTEMENTE SEGNALATA l'integrità del circuito di comando.
(Ad esempio, con una spia luminosa in parallelo ai contatti, normalmente aperti, del pulsante di comando.)
dei dispositivi di comando e arresto di emergenza:
- Devono essere collocati in luogo adatto e recare segnalazioni idonee in modo da essere prontamente identificati.
- Maniglie, pulsanti, ecc. devono essere preferibilmente di colore rosso su fondo di contrasto e devono essere facilmente accessibili NEI POSTI DOVE SI PUO' VERIFICARE IL PERICOLO, e se del caso, in qualsiasi altro posto dal quale si possa eliminare il pericolo a distanza.
- Possono essere previsti dispositivi per il comando di emergenza di quelle parti dell'impianto per le quali sia necessario agire sull'alimentazione per eliminare pericoli imprevisti.

Il comando a distanza deve essere realizzato con:
sganciatori di minima tensione
a lancio di corrente
sganciatore di apertura alimentato da altra sorgente.

Il comando deve essere del tipo:
da parete, con vetro frangibile