

## RELAZIONE DI PROGETTO PER IMPIANTO ELETTRICO

---

**Impianti elettrici interni alla caserma dei Carabinieri di Gandino con esclusione dell'appartamento del Comandante e nel rispetto delle disposizioni ricevute dal Laboratorio Telematico di Brescia.**

---

**Numero commessa: PR2017 754**

---

**DOTT.ING. CALDERONI**

*Piazza Libertà n° 22*  
24026 Leffe (BG)

---

20/09/2017

---

Il tecnico



*La documentazione di progetto è stata sviluppata in forma elettronica con i seguenti prodotti software:*

<b><i>Prodotto</i></b>	<b><i>Codice licenza</i></b>
<i>Microsoft Office</i>	<i>License anno 2013</i>
<i>Autocad LT</i>	<i>License anno 2013</i>
<i>Progetto Integra</i>	<i>License number 24007</i>

## SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>GENERALITA' .....</b>	<b>5</b>
1.1	Descrizione del progetto .....	5
1.2	Tipo e ubicazione dell'immobile .....	6
1.3	Classificazione degli ambienti .....	6
<b>2.</b>	<b>FORNITURA.....</b>	<b>7</b>
2.1	Fornitura bassa tensione - sistema TT.....	8
2.2	Prescrizioni Sistema TT.....	12
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI .....</b>	<b>30</b>
3.1	Quadro Generale .....	32
3.1.1	Quadro elettrico Q1 Q1 - Quadro ai contatori .....	34
3.2	Quadri di reparto, di zona o di piano .....	38
3.2.1	Quadro elettrico Q2 Q2 - QUADRO GENERALE .....	39
3.2.2	Quadro elettrico Q2-UPS Q2 - QUADRO GENERALE - SCOMPARTO UTENZE DEDICATE .....	43
3.3	Quadro unità abitativa.....	47
3.3.1	Quadro elettrico Q3 Q3 - QUADRO CUCINA .....	48
<b>4.</b>	<b>GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ (UPS) .....</b>	<b>5252</b>
4.1	Quadro UPS UPS UPS PRESE FM DEDICATA 230V 5KVA.....	53
4.2	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – .....	57
4.3	Cassette di derivazione e giunzione – .....	59
<b>5.</b>	<b>DISTRIBUZIONE GENERALE .....</b>	<b>60</b>
5.1	Protezione contro i contatti diretti ed indiretti .....	61
5.2	Protezione delle condutture contro le sovracorrenti .....	69
5.3	Impianto di terra.....	76
5.4	Impianto di protezione contro i fulmini – .....	85
5.5	Sezioni minime – .....	88
5.6	Coefficienti di utilizzazione - contemporaneità e caduta di tensione.....	92
<b>6.</b>	<b>APPARECCHI DI PROTEZIONE, COMANDO E SEZIONAMENTO .....</b>	<b>95</b>
6.1	Interruttori differenziali modulari per uso domestico e similare - .....	96
6.2	Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare – .....	98
6.3	Limitatori di sovratensione (SPD) – .....	99
6.4	Prese civili .....	104
<b>7.</b>	<b>COMPONENTI ELETTRICI (SERIE CIVILI) PER USO DOMESTICO E SIMILARE.....</b>	<b>107</b>
7.1	Serie civile componibile per installazione fissa per uso domestico e similare .....	108
7.2	Scatole da incasso per apparecchi della serie civile – .....	113
<b>8.</b>	<b>CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO.....</b>	<b>114</b>
8.1	Verifica per la messa in servizio di un impianto elettrico.....	115
8.2	Collaudo .....	118
8.3	Obblighi ed oneri generali e speciali.....	122
<b>9.</b>	<b>APPARECCHIATURE E IMPIANTI AUSILIARI.....</b>	<b>128</b>
9.1	Interruttori crepuscolari – .....	129
9.2	Impianto telefonico .....	130
9.3	Impianto di segnalazione per antintrusione.....	131
9.4	Impianto centralizzato d'antenna TV.....	134
9.5	Installazione degli impianti TVCC – .....	137
9.6	Cablaggio Strutturato (EE) – .....	138

9.7	Citofoni .....	142
<b>10.</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI E DI SICUREZZA IN AMBIENTI SPECIFICI .....</b>	<b>143</b>
10.1	Centrale termica .....	144
10.2	Impianti elettrici in atri – corridoi – scale - .....	145
10.3	Cucina – .....	151
10.4	Uffici – .....	152
10.5	Locali da bagno e per doccia – .....	154
10.6	Lavanderia e stireria .....	157
10.7	Impianto di illuminazione esterna in area privata.....	158
10.8	Impianto di illuminazione interna.....	160
<b>12.</b>	<b>APPENDICE: TIPOLOGIE DI POSA DEI CAVI .....</b>	<b>162</b>

# **1. GENERALITA'**

## **1.1 Descrizione del progetto**

Impianti elettrici comprensivi di :

- quadri elettrici
- illuminazione ordinaria e di sicurezza
- forza motrice
- Tv circuito chiuso
- Stazione Radio
- Antintrusione
- Telecitofonia

## **1.2 Tipo e ubicazione dell'immobile**

La CASERMA DEI CARABINIERI è ubicata in Via San Giovanni Bosco n° 17 a 24024 Gandino (BG).

Edificio adibito a Caserma dei Carabinieri con struttura portante in muratura articolato su un piano interrato , un piano terra ed un piano primo.

La destinazione d'uso dei locali è la seguente :

- piano interrato : archivio, locale server, centrale termica, locale generatore , locale a disposizione
- piano terra : ingresso ed area d'attesa, uffici, camere di sicurezza, mensa, cucina, bagni idonei per i portatori di handicap
- piano primo : camere, armeria, lavanderia, bagni

## **1.3 Classificazione degli ambienti**

Gli ambienti sono così classificati :

- ambiente ordinario
- ambiente a maggior rischio in caso d'incendio di tipo C internamente agli archivi.

## **2. FORNITURA**

La fornitura rappresenta il punto di prelievo dell'energia elettrica per gli utenti passivi della rete di distribuzione.

Nel caso di utenti attivi, il punto di prelievo coincide con il punto di immissione verso la rete del distributore.

### **Riferimenti normativi**

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

## 2.1 Fornitura bassa tensione - sistema TT

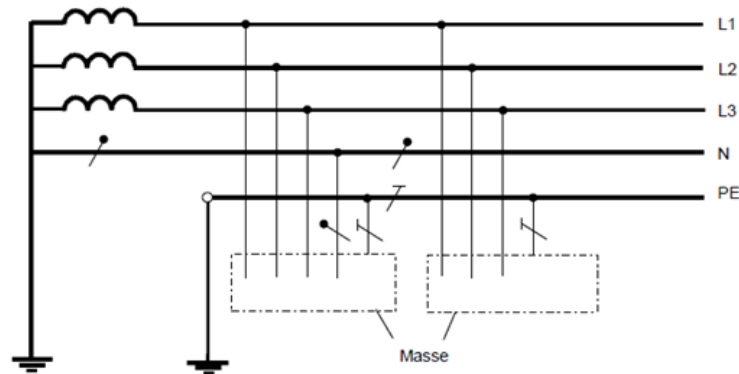
L'impianto sarà alimentato da una fornitura in bassa tensione.

### Caratteristiche generali

Denominazione	Fornitura ENEL
Potenza contrattuale [kW]	10-15
Tensione di alimentazione [V]	400
Sistema di alimentazione	TT
Frequenza [Hz]	50
Polarità	Quadripolare

### Riferimento normativo Sistema TT:

- Norma CEI 64-8 Art. 312.2.2.2 - Il sistema TT ha solo un punto direttamente messo a terra e le masse dell'impianto sono collegate elettricamente ai dispersori separati da quelli del sistema di alimentazione



### Correnti di cortocircuito all'origine dell'impianto

I valori delle correnti di cortocircuito nel punto di origine dell'impianto, assunte per l'esecuzione dei calcoli di progetto sono le seguenti:

Massima corrente di corto circuito trifase [A]	10.000
Fattore di potenza della corrente di cortocircuito trifase	0,3
Massima corrente di corto circuito fase-neutro [A]	10.000
Fattore di potenza della corrente di cortocircuito fase-neutro	0,3

### Riferimenti normativi Corrente di cortocircuito massima nel punto di consegna:

- Norma CEI 64-8 - Per gli impianti alimentati in bassa tensione (230/440V) la Norma CEI 0-21 indica i valori delle correnti cortocircuito massime al punto di consegna. Tali valori possono essere impiegati per il dimensionamento dei dispositivi di protezione presenti nell'impianto dell'utente. I valori forniti dalla Norma in funzione del tipo di distribuzione prevista (trifase e/o monofase) e della potenza contrattuale, sono indicati nel seguente prospetto:

Fornitura	Potenza contrattuale	Corrente di cortocircuito	Fattore di potenza della corrente di cortocircuito
Trifase	fino a 33 kW	10 kA	0,5
Trifase	superiore a 33 kW	15 kA	0,3
Monofase (derivato da fornitura trifase)	---	6 kA	0,7
Monofase	---	6 kA	0,7

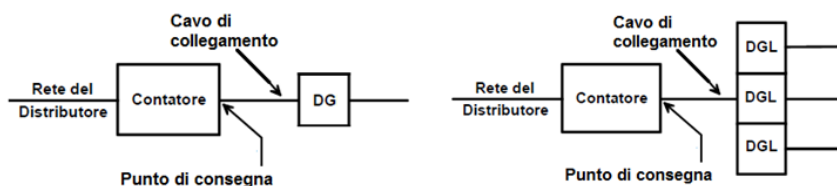
Se il punto di origine dell'impianto in progetto non corrisponde al punto di consegna, ma è collocato a valle di linee di alimentazione, le reali correnti di cortocircuito possono essere valutate in funzione delle caratteristiche delle linee presenti e quindi dalle impedenze che si trovano in serie con quelle di riferimento assunte a monte del punto di consegna.

### Cavo di collegamento

Il collegamento tra il punto di consegna dell'energia del fornitore ed il primo dispositivo di protezione è di proprietà dell'utente e dovrà essere realizzato rispettando le prescrizioni normative indicate nella Norma CEI 0-21. Dovrà essere impiegata una conduttura in doppio isolamento di lunghezza non superiore a 3 metri.

### Riferimenti normativi Cavo di collegamento:

- Norma CEI 0-21 Tratto di cavo di proprietà e pertinenza dell'Utente che collega il contatore o il sistema di misura con il primo(i) dispositivo(i) di protezione contro le sovracorrenti dell'utente (DG – dispositivo generale o DGL – dispositivo generale di linea).



- Protezione del cavo di collegamento (estratto): Salvo cavi di collegamento posati nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, la protezione contro sovraccarico può essere svolta dai dispositivi posti a valle del medesimo cavo (DG – dispositivo generale ovvero DGL – dispositivo generale di linea, in numero non superiore a tre)

La protezione contro il cortocircuito del cavo di collegamento può essere omessa se sono verificate contemporaneamente le condizioni di cui all'art. 473.2.2.1 della Norma CEI 64-8; in particolare, il cavo di collegamento:

- deve avere una lunghezza non superiore a 3 m
- deve essere installato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito
- non deve essere posto in vicinanza di materiale combustibile né in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione

### **Potenza impiegata dall'impianto**

Dall'analisi dei carichi definiti nell'impianto in progetto risultano le seguenti potenze:

Potenza totale dei carichi installati nell'impianto	[kW]	15
Potenza contemporanea stimata erogata dall'impianto	[kW]	7,5
Fattore di contemporaneità risultante	[%]	0,5

### **Potenza massima di progetto**

Potenza massima erogabile dall'impianto	[kW]	15
---	------	----

### **Resistenza di terra**

La resistenza di terra dell'impianto impiegata per la verifica della protezione contro i contatti indiretti è la seguente:

Resistenza dell'impianto di terra a cui è collegato l'impianto elettrico in progetto	[ $\Omega$ ]	da verificare
--	--------------	---------------

### **Massima caduta di tensione all'interno dell'impianto**

I calcoli di progetto sono stati effettuati in modo da garantire in tutto l'impianto un valore massimo della caduta di tensione, calcolata a partire dal punto di origine dell'impianto in progetto, sino a ciascuno dei carichi alimentati.

Caduta di tensione massima ammessa nell'impianto	[%]	4
--	-----	---

### **Riferimenti normativi Caduta di tensione negli impianti utilizzatori:**

- Norma CEI 64-8 Si raccomanda che la caduta di tensione non superi, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e col relativo carico di progetto, il 4% della tensione nominale solo in mancanza di specifiche indicazioni da parte del committente.

### Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

*Dove:*

$I$  = corrente di impiego  $I_B$  (oppure la corrente di taratura  $I_n$  espressa in A)

$R_l$  = resistenza (alla TR) della linea in  $\Omega/\text{km}$  (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)

$X_l$  = reattanza della linea in  $\Omega/\text{km}$

$K$  = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

$L$  = lunghezza della linea in km

### **Temperatura a regime del conduttore**

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

*Dove:*

$T_R$  = è la temperatura a regime espressa in  $^{\circ}\text{C}$

$T_Z$  = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in  $^{\circ}\text{C}$

$T_A$  = è la temperatura ambiente espressa in  $^{\circ}\text{C}$

$n$  = è il rapporto tra la corrente d'impiego  $I_B$  e la portata  $I_Z$  del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

## **2.2 Prescrizioni Sistema TT**

### ***MISURE DI PROTEZIONE***

---

#### **Protezione contro i contatti indiretti**

##### *Interruzione automatica dell'alimentazione*

La protezione contro i contatti indiretti dovrà essere assicurata tramite interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di interruttori differenziali installati sui quadri di distribuzione opportunamente coordinati all'impianto di terra. Tutta la parte di impianto a monte dei primi interruttori differenziali dovrà essere realizzata impiegando il doppio isolamento. Le caratteristiche del collegamento a terra del sistema sono specificate nel capitolo relativo all'impianto di terra.

##### *Componenti di classe II*

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione: apparecchi di Classe II. In uno stesso impianto questo tipo di protezione può coesistere con la protezione mediante messa a terra. È vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

#### **Protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro i contatti diretti dovrà realizzata tramite isolamento delle parti attive tramite involucri con livello di protezione adeguato al luogo di installazione, e tali da non permettere il contatto con le parti attive se non previo smontaggio degli elementi di protezione con l'ausilio di attrezzi. La presenza degli interruttori differenziali all'origine delle linee costituirà una protezione aggiuntiva.

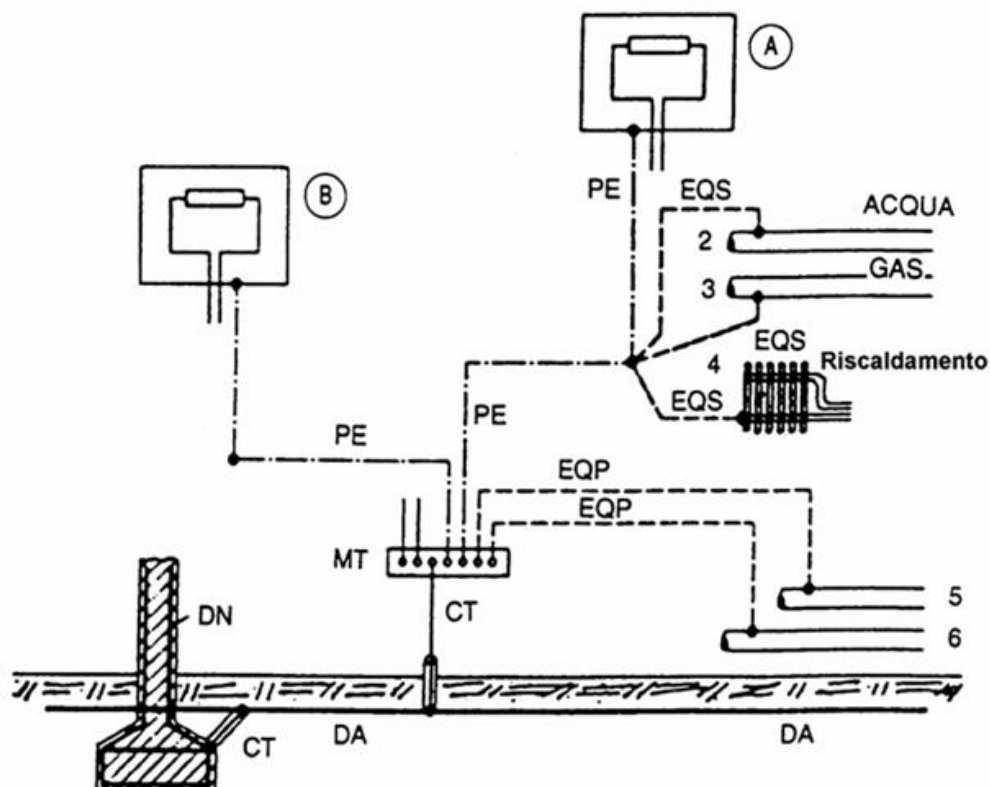
#### **Protezione contro le sovracorrenti**

La protezione delle linee contro le sovracorrenti dovrà essere assicurata da interruttori automatici (o da fusibili) installati sui quadri di distribuzione. È generalmente prevista la protezione dai sovraccarichi per tutte le linee di distribuzione o terminali. Eventuali eccezioni, dove permesse dalla norma, sono indicate nella documentazione allegata al progetto.

## IMPIANTO DI TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



DA:	Dispersore intenzionale
DN:	Dispersore naturale (di fatto)
CT:	Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT:	Collettore (o nodo) principale di terra
PE:	Conduttore di protezione
EQP:	Conduttori equipotenziali principali
EQS:	Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B	Masse
2,3,4,5,6	Masse estranee

**Impianti a tensione nominale  $\leq 1000$  V c.a.**

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

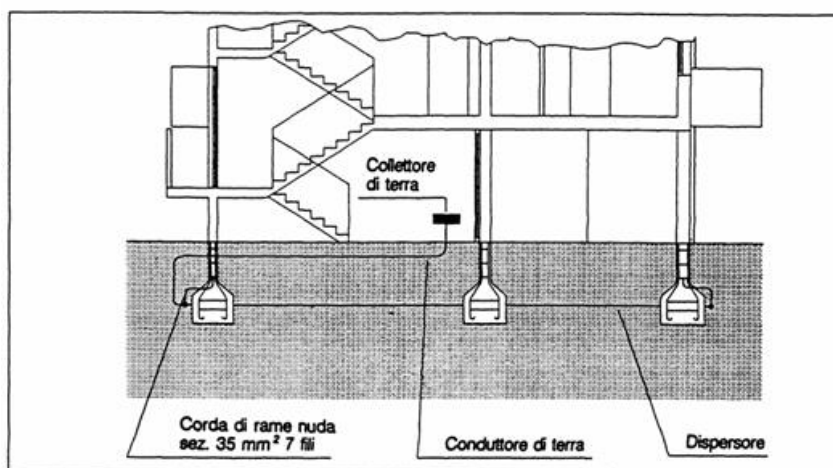
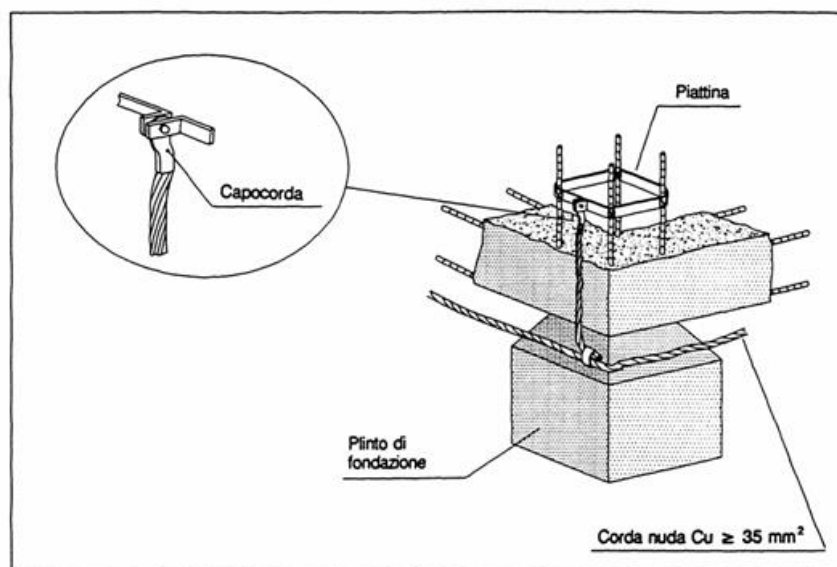
L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

**Elementi dell'impianto di terra***Dispersore*

Il dispersore è il componente che permette di disperdere le correnti che possono fluire verso terra. È generalmente costituito da elementi metallici, ad esempio: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre le cui dimensioni e caratteristiche sono specificate dalla Norma CEI 64-8.

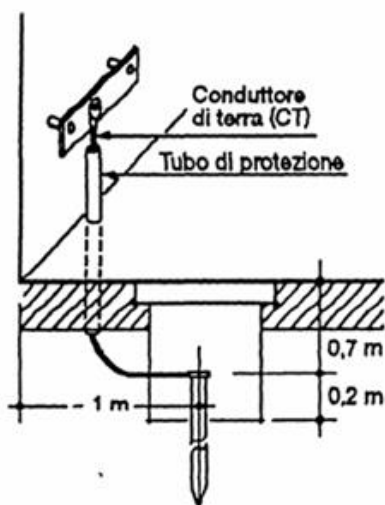
È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori (naturali) i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Esempio di collegamento dei dispersori naturali:

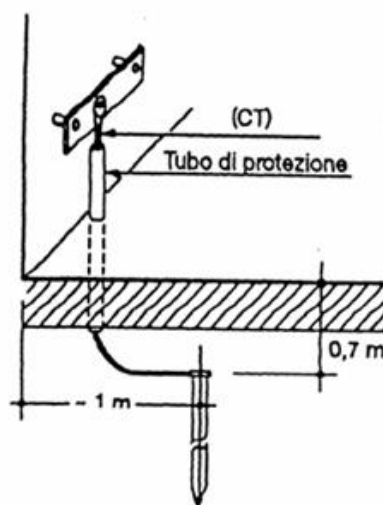


Quando si realizzano dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità dei dispersori. È preferibile che gli elementi disperdenti siano collocati all'esterno del perimetro dell'edificio.

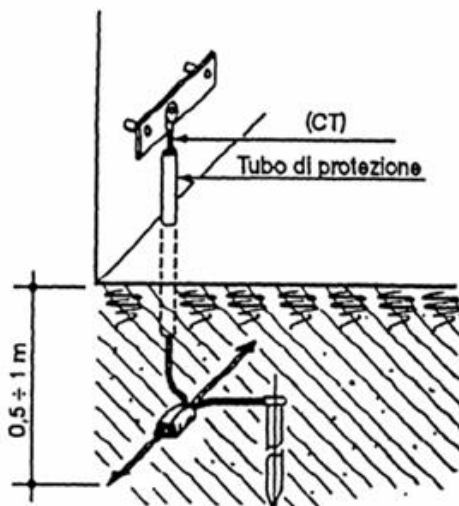
Esempi di dispersori intenzionali:



Picchetto alloggiato in pozzetto con coperchio



Picchetto interrato direttamente  
(senza pozzetto)



**Combinazione di picchetti ed elementi orizzontali. Il collegamento deve essere realizzato mediante morsetto a pressione con viti (evitando il taglio del conduttore)**

### *Conduttori di terra*

Sono definiti conduttori di terra i conduttori che collegano i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro. Sono generalmente costituiti da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori di terra devono essere affidabili ed avere caratteristiche che ne permettano una buona conservazione ed efficienza nel tempo, devono quindi essere resistenti ed adatti all'impiego.

Per la realizzazione dei conduttori di terra possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

I conduttori di terra devono rispettare le seguenti sezioni minime:

Tipo di conduttore	Sezione minima del conduttore di terra
Con protezione contro la corrosione ma non meccanica	16 mm <sup>2</sup>
Senza protezione contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> in rame 50 mm <sup>2</sup> in ferro
Con protezione contro la corrosione e con protezione meccanica	Sezione del conduttore di protezione

### *Collettore (o nodo) principale di terra*

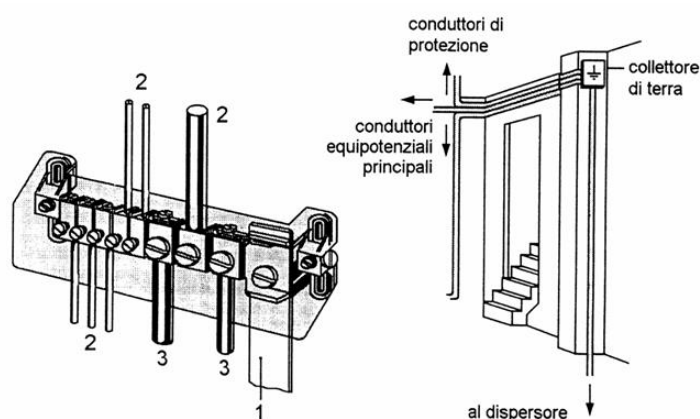
In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

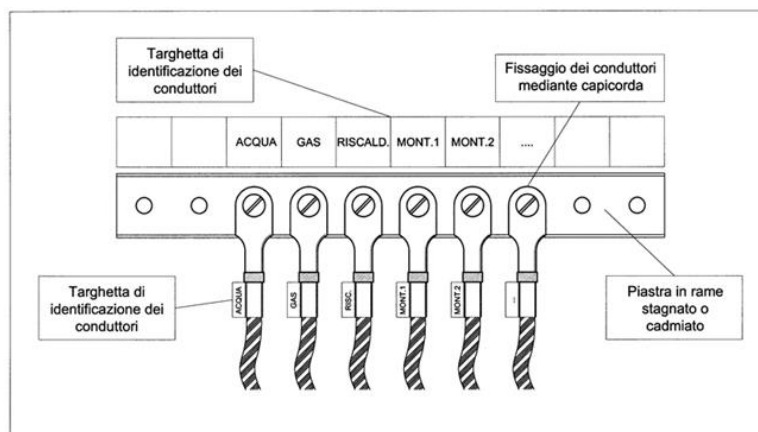
- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Esempi di nodo principale di terra:



- 1 - Conduttore di terra proveniente dal dispersore
- 2 - Conduttori di protezione
- 3 - Conduttori equipotenziali principali

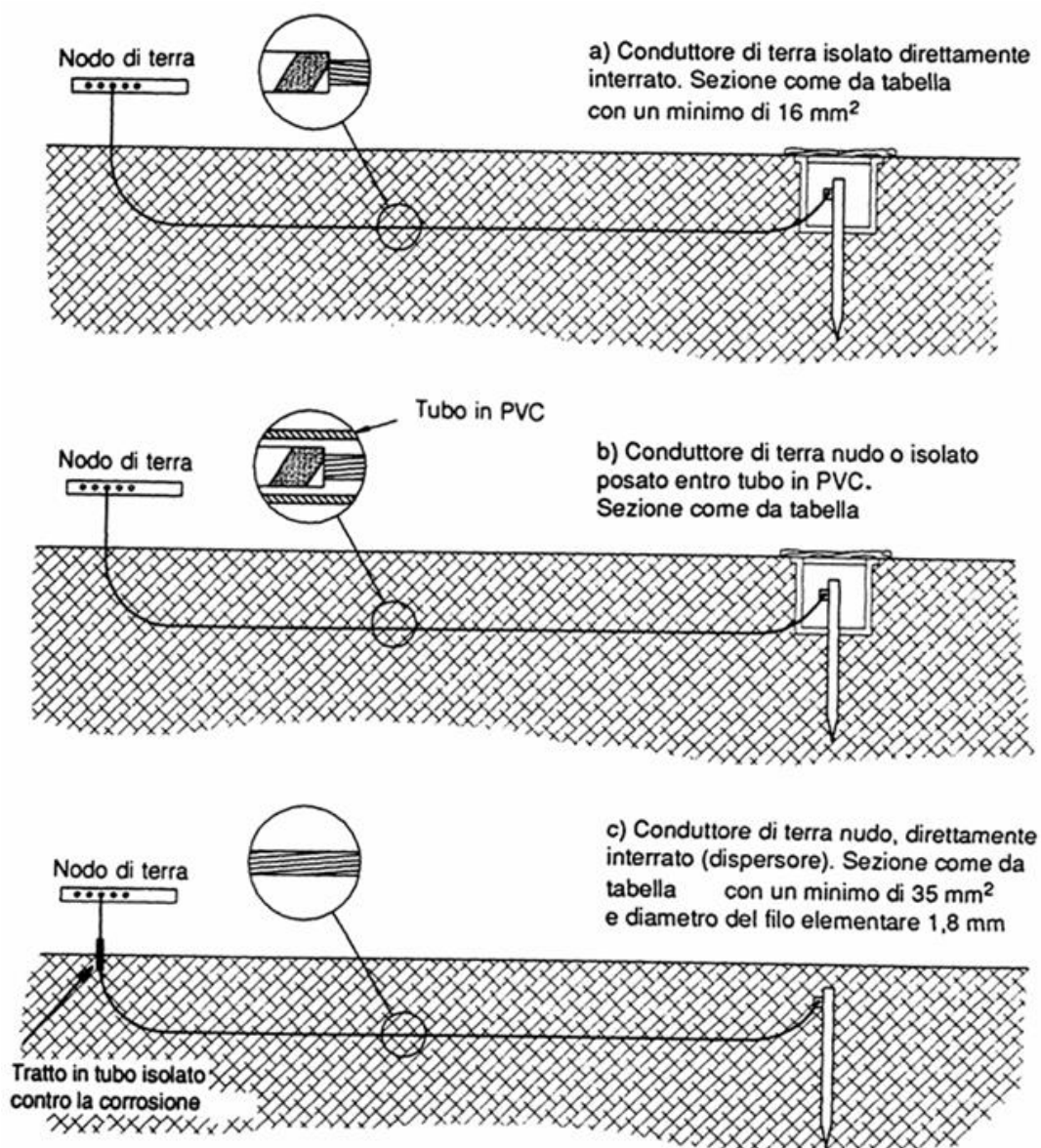


### Conduttori di protezione

I conduttori di protezione devono essere distribuiti, insieme ai conduttori attivi, a tutte le masse ed ai poli di terra delle prese di corrente. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno avere una sezione coordinata con i conduttori di fase ad essi associati secondo la seguente tabella:

Sezione del conduttore di fase $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del conduttore di protezione $S_{pe}$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_{pe} = S$
$16 < S \leq 35$	$S_{pe} = 16$
$S > 35$	$S_{pe} = S/2$

Sezione minima dei conduttori di terra interrati:



### Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali e supplementari devono avere le sezioni indicate nelle tabelle che seguono.

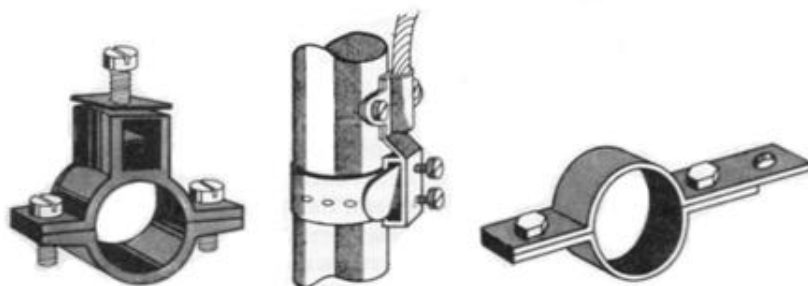
Sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ )	Sezione del conduttore equipotenziale principale ( $\text{mm}^2$ )
$S$	Minimo $6 \text{ mm}^2$

<i><b>Tipo di connessione</b></i>	<i><b>Sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>)</b></i>	<i><b>Sezione minima del conduttore equipotenziale supplementare <math>S_b</math></b></i>
<i>Tra due masse (M1 ed M2)</i>	$S_{PE1}$ ed $S_{PE2}$ (con $S_{PE1} \leq S_{PE2}$ )	$S_b \geq S_{PE1}$
<i>Tra massa e massa estranea</i>	$S_{PE}$	$S_{PE}/2$
<i>Tra due masse estranee</i>	2.5 mm <sup>2</sup> con protezione meccanica 4 mm <sup>2</sup> senza protezione meccanica	
<i>Tra massa estranea e impianto di terra</i>		

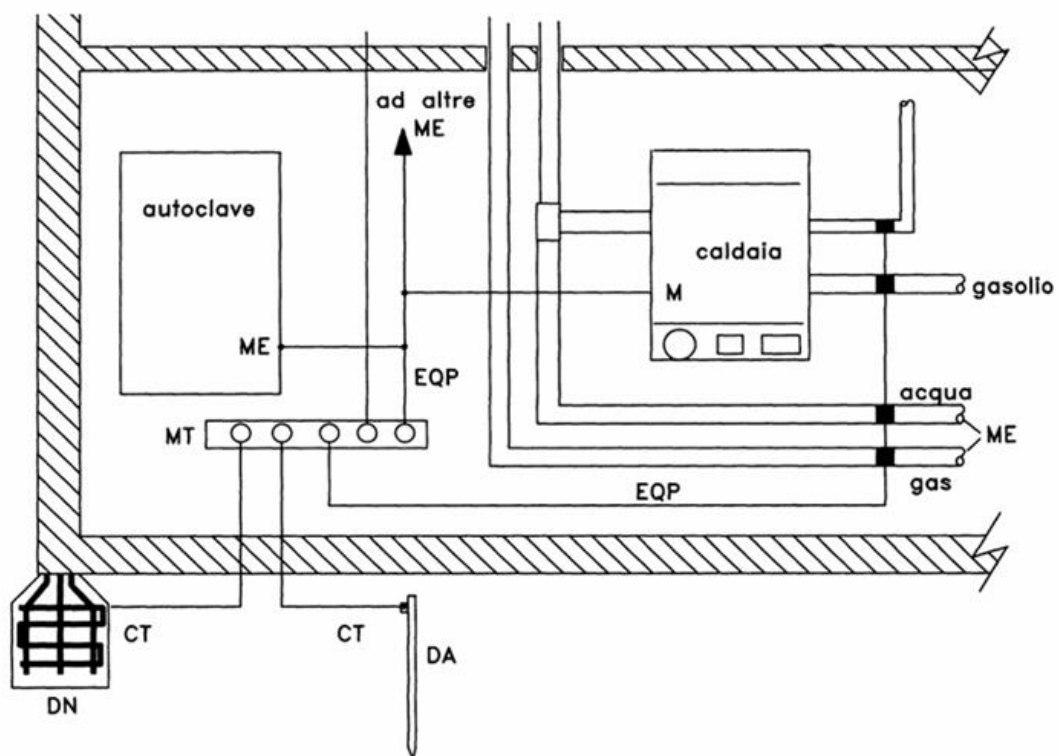
### *Collegamento equipotenziale principale*

Alla base dell'edificio tutte le masse estranee (tubazioni metalliche) devono essere connesse al nodo principale di terra mediante cavi in rame, realizzando in tal modo il collegamento equipotenziale principale

Esempi di morsetti per la connessione delle tubazioni:

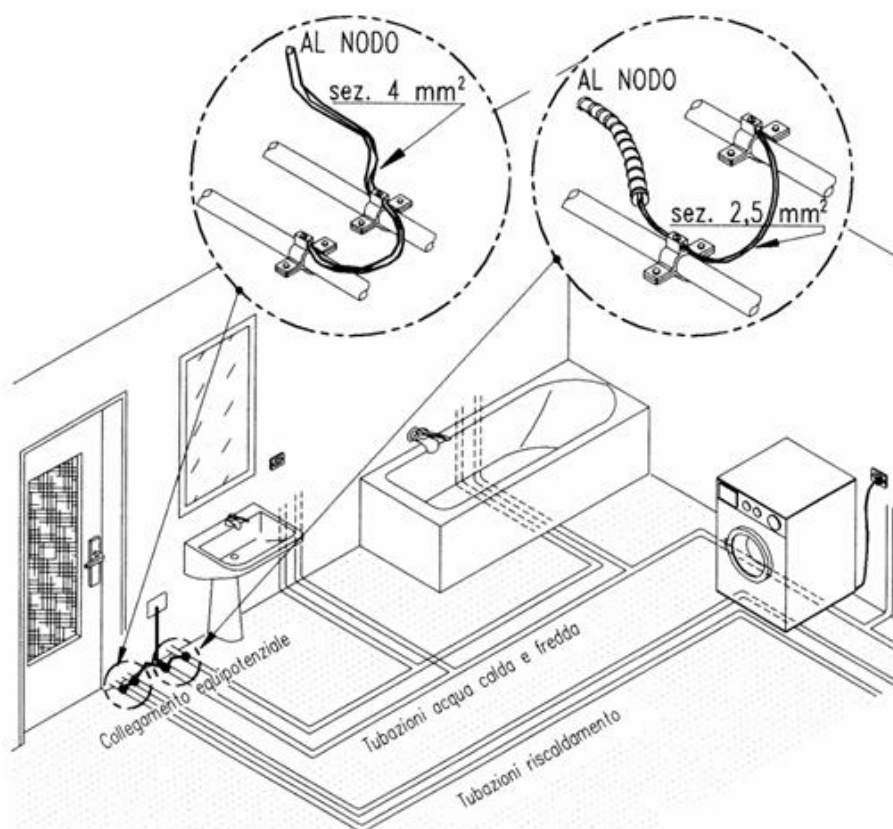


Schema generale dei collegamenti:



<i>ME:</i>	<i>Massa estranea</i>
<i>MT:</i>	<i>Collettore o nodo principale di terra</i>
<i>CT:</i>	<i>Conduttore di terra</i>
<i>DN:</i>	<i>Dispersore naturale</i>
<i>DA:</i>	<i>Dispersore artificiale</i>
<i>M:</i>	<i>Massa</i>
<i>EQP:</i>	<i>Conduttore equipotenziale principale</i>

Collegamento equipotenziale supplementare nel locale bagno-doccia:



#### *Prescrizioni generali*

L'impianto di terra deve essere collegato a tutte le utenze alimentate per le quali è previsto il sistema di protezione per interruzione dell'alimentazione. Viceversa è vietato collegare a terra le utenze alimentate per separazione elettrica o a bassissima tensione di sicurezza.

***L'intero complesso edilizio deve essere dotato di un sistema di dispersione unico.***

#### *Definizioni*

**Massa** - Parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata (Ad es. scalda-acqua, quadro elettrico metallico, carcasse di elettrodomestici, ecc.)

**Massa estranea** - Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra (Ad es. acquedotto, gronde, ecc.)

### *Resistenza dell'impianto di terra*

Negli impianti alimentati con sistema TT, la resistenza dell'impianto di terra dovrà risultare idonea al coordinamento con gli interruttori differenziali installati, secondo la relazione:

$$R_T \leq 50/I_{dn}$$

Ad esempio  $R_T \leq 1666 \Omega$  quando è installato un interruttore differenziale da 30 mA.

Nel caso di ambienti particolari, come i locali medici, le piscine o le stalle, la relazione è la seguente:

$$R_T \leq 25/I_{dn}$$

*Dove:*

*$R_T$  è la resistenza dell'impianto di terra*

*$I_{dn}$  è la corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale*

È comunque consigliabile di predisporre l'impianto di terra in modo da ottenere valori di resistenza inferiori al limite teorico calcolabile con la formula riportata sopra.

Nota: Si ricorda che il limite di  $20 \Omega$  (previsto dal DPR 547/55) è superato dalle prescrizioni normative riportate sopra.

## PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il progetto delle misure di protezione contro le sovracorrenti è stato eseguito considerando le possibili condizioni di sovraccarico e cortocircuito.

### Protezione contro i sovraccarichi

#### Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8 Art. 433.2 - Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

La verifica della protezione contro i sovraccarichi è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

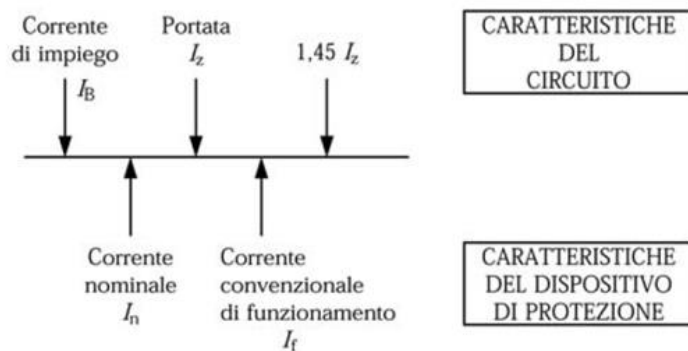
Dove:

$I_b$  = Corrente di impiego del circuito

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_z$  = Portata in regime permanente della conduttura in funzione del tipo di cavo e del tipo di posa del cavo

$I_f$  = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione



## Protezione contro i cortocircuiti

### Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8 Art. 434.3 - Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto in è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_{cc}Max \leq p.d.i. \quad I^2t \leq K^2 S^2$$

*Dove:*

$I_{cc}Max$  = Corrente di corto circuito massima

$p.d.i.$  = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

$I^2t$  = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

$K$  = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

$S$  = Sezione della conduttura

### Correnti di cortocircuito all'interno dell'impianto

Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

### Riferimenti normativi

- Norma CEI 11-25, Guida CEI 11-28

### Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k\ 3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

*Dove:*

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

### **Corrente di cortocircuito fase-fase**

$$I_{k\text{ FF}} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$K$  = 2

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{\text{fase}}^2 + \sum X_{\text{fase}}^2}$$

### **Corrente di cortocircuito fase-neutro**

Dove:

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$K$  =  $\sqrt{3}$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{\text{fase}} + \sum R_{\text{neutro}})^2 + (\sum X_{\text{fase}} + \sum X_{\text{neutro}})^2}$$

### **Fattore di tensione e resistenza dei conduttori**

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito che si intende calcolare. In funzione di questi parametri si ottengono pertanto i valori massimo ( $I_k \text{ MAX}$ ) e minimo ( $I_k \text{ min}$ ), per ciascun tipo di corrente di guasto calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro).

I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	<b><math>I_k \text{ MAX}</math></b>	<b><math>I_k \text{ min}</math></b>
<b>C</b> <b>Fattore di tensione</b>	1	0.95
<b>R</b> <b>Resistenza</b>	$R_{20^\circ\text{C}}$	$R = \left[ 1 + 0.004 \frac{1}{^\circ\text{C}} (\theta_e - 20^\circ\text{C}) \right] R_{20^\circ\text{C}}$ (Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la  $R_{20^\circ\text{C}}$  è la resistenza dei conduttori a  $20^\circ\text{C}$  e  $\theta_e$  è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito. Il valore di riferimento è  $145^\circ\text{C}$  (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28)

### ***Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori***

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left( \frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

*Dove:*

$Z_{mot}$  = è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti

$R_{mot}$  = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti

$X_{mot}$  = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

### ***Verifica del potere di chiusura in cortocircuito***

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

*Dove:*

$I_P$  = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

$I_{CM}$  = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

### ***Valore di cresta $I_P$ della corrente di cortocircuito***

Il valore di cresta  $I_P$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

*Dove:*

$I_K''$  = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

$K_{CR}$  = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di  $I_p$  può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di  $I_{CM}$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} * n$$

*Dove:*

$I_{CU}$  = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

$n$  = coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto  $n$  tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata):

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore $n$ $n = \frac{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}{\text{potere di interruzione in cortocircuito}}$
$4,5 < I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

### **Verifica dei condotti sbarre**

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

### **Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito**

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

*Dove:*

$I_K''$  = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

$K_{CR}$  = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R_{cc} / X_{cc}}$$

### **Verifica della tenuta del condotto sbarre**

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

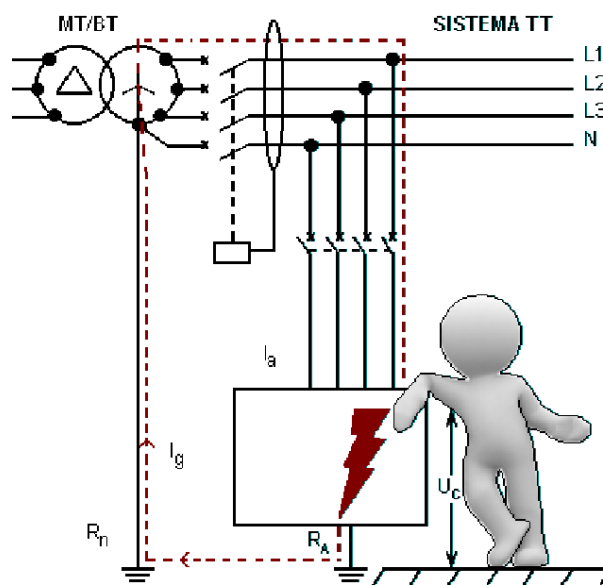
*Dove:*

$I^2t$  = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva  $I^2t$  della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

$I_{CW}^2$  = corrente ammissibile di breve durata (1s) sopportata dal condotto sbarre

### PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Nei vari punti dell'impianto le condizioni di protezione contro i contatti indiretti sono state verificate secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 Art. 413.1.4.2



#### Riferimenti normativi

- Norma CEI 64-8 – Art. 413.1.4.2

La protezione contro i contatti indiretti è verificata positivamente quando è soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

*Dove:*

**$R_E$**  = è la resistenza del dispersore in ohm;

**$I_{dn}$**  = è la corrente nominale differenziale in ampere;

**$U_L$**  = tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari)

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

### 3. CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI

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.

#### **Grado di protezione dell'involucro**

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.

Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

#### **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; per sostituire un componente bisogna togliere tensione all'intero quadro.
- Forma 2 = segregazione delle sbarre principali dalle unità funzionali. Nella forma 2a i terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre, mentre nella forma 2b i terminali sono separati; per sostituire un componente bisogna togliere tensione all'intero quadro.
- Forma 3 = segregazione delle sbarre principali dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, con l'eccezione dei loro terminali di uscita. Nella forma 3a i terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre, mentre nella forma 3b i terminali sono separati. Con questa forma è possibile sostituire un'unità funzionale (se estraibile o rimovibile) senza togliere tensione al quadro.

- Forma 4 = 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. Nella forma 4a i terminali sono compresi nella stessa cella dell'unità funzionale associata, mentre nella forma 4b i terminali non sono nella stessa cella dell'unità funzionale associata, ma in spazi protetti da involucro o celle separati. Oltre a quanto previsto per la forma 3, con questa forma è possibile sostituire una linea in partenza senza togliere tensione all'intero quadro

### **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, un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili, 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.

### 3.1 Quadro Generale

E' il quadro che si trova all'inizio dell'impianto e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia. Quando il distributore di energia consegna in MT, il quadro che si trova immediatamente a valle dei trasformatori MT/BT di proprietà dell'utente viene definito "Power center". Le caratteristiche degli involucri per i quadri generali di BT devono essere conformi a quelle descritte nel paragrafo sottostante "Armadi e involucri per quadri generali".

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 e per i quali si utilizzano gli involucri descritti nei paragrafi sottostanti "Armadi e contenitori per quadri di piano, di zona o generali per BT" 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.

#### *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 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.

### Armadi e contenitori per quadri di piano, di zona o generali per BT

Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri di piano o di zona o generali per piccola distribuzione aventi le seguenti caratteristiche.

#### **Riferimenti normativi:**

- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili - 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 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 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Il quadro deve corrispondere allo schema che deve essere allegato.

**Nota:** Nel caso di un quadro generale dei servizi comuni, esso deve essere ubicato in luogo appositamente predisposto e chiuso a chiave, accessibile solo a personale autorizzato. Se questo non fosse possibile (es. ubicato nel locale contatori o nel sotto scala), i dispositivi di comando e/o protezione devono essere accessibili solo da un portello apribile con chiave.

### 3.1.1 Quadro elettrico Q1 Q1 - Quadro ai contatori

#### Descrizione generale

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	Q1
Denominazione	Q1 - Quadro ai contatori
Schema unifilare	ST925
Numero di condutture in uscita dal quadro	1

#### Alimentazione del quadro

Prefisso e descrizione del quadro a monte	Fornitura ENEL - Fornitura ENEL
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	- 1
Sezione della linea di alimentazione	10 mm <sup>2</sup>
Lunghezza della linea di alimentazione	< 3m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	FG16OR16

(\*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione  $K^2S^2$ ), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

### *Caratteristiche tecniche*

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	400
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	21,7
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	10
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	9.382
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	5,334
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	8.660
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	5,157
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 55
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

#### Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup

1

#### Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle

0

#### Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento

0

#### Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi

0

#### Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti

0

### Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea  $I_B$  non superi 80% della corrente nominale  $I_n$  del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0
--	---

### Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	SI
---	----

### Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

### Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

### 3.2 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.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri descritti nei paragrafi sottostanti “Armadi, contenitori per quadri di distribuzione di piano, di zona o generali per BT” e “Contenitori (centralini) in materiale isolante per unità abitativa”.

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.

#### *Armadi e contenitori per quadri di piano, di zona o generali per BT*

Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri di piano o di zona o generali per piccola distribuzione aventi le seguenti caratteristiche.

##### **Riferimenti normativi:**

- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili - 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 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 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO).

Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

#### *Contenitori (centralini) in materiale isolante per unità abitativa*

I contenitori (centralini) sono realizzati in materiale isolante, in esecuzione da parete o da incasso, provvisti o meno di portello in funzione delle necessità.

I contenitori devono consentire la realizzazione di centralini per unità abitativa aventi le seguenti caratteristiche:

##### **Riferimenti normativi:**

- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Il quadro deve poter contenere apparecchi modulari con unità modulari da 17,5 mm e suoi multipli.

### 3.2.1 Quadro elettrico Q2 Q2 - QUADRO GENERALE

#### Descrizione generale

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	Q2
Denominazione	Q2 - QUADRO GENERALE
Schema unifilare	ST926
Numero di condutture in uscita dal quadro	28

#### Alimentazione del quadro

Prefisso e descrizione del quadro a monte	Q1 - Q1 - Quadro ai contatori
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	Q1 -3 - LINEA QUADRO GENERALE - Q2 -
Sezione della linea di alimentazione	1(5G10)
Lunghezza della linea di alimentazione	20 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M_3A/30/0,8

(\*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione  $K^2S^2$ ), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

### *Caratteristiche tecniche*

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	400
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	21,7
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	4,239
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	4.064
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	3,75
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	2.316
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	2,762
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 4X
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

#### Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup	28
---	----

#### Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle	0
---	---

#### Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento	0
---	---

#### Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi	0
--	---

#### Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti	0
--	---

### Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea  $I_B$  non superi 80% della corrente nominale  $I_n$  del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	1
--	---

### Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	SI
---	----

### Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

### Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

### 3.2.2 Quadro elettrico Q2-UPS Q2 - QUADRO GENERALE - SCOMPARTO UTENZE DEDICATE

#### Descrizione generale

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	Q2-UPS
Denominazione	Q2 - QUADRO GENERALE - SCOMPARTO UTENZE DEDICATE
Schema unifilare	ST926
Numero di condutture in uscita dal quadro	7

#### Alimentazione del quadro

Prefisso e descrizione del quadro a monte	UPS - UPS PRESE FM DEDICATA 230V 5KVA
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	UPS -1 - USCITA UPS 5KVA
Sezione della linea di alimentazione	1(3G6)
Lunghezza della linea di alimentazione	5 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M_3A/30/0,8

(\*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione  $K^2S^2$ ), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

### *Caratteristiche tecniche*

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	230
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	0
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	1,32
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	---
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	0
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	1.299
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	1,814
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 4X
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

#### Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup

7

#### Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle

0

#### Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento

0

#### Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi

0

#### Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti

0

### Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea  $I_B$  non superi 80% della corrente nominale  $I_n$  del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0
--	---

### Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO
---	----

### Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

### Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

### 3.3 Quadro unità abitativa

Ogni unità abitativa deve essere dotata di uno o più quadri di distribuzione e di un interruttore generale, facilmente accessibile all'utente.

L'interruttore generale, qualora sia differenziale, deve essere selettivo (selettività totale differenziale) nei confronti degli interruttori differenziali a valle oppure dotato di SRD (dispositivo di richiusura automatica).

Al fine di garantire una sufficiente continuità di servizio, la protezione differenziale deve essere suddivisa su almeno 2 interruttori.

Per permettere successivi ampliamenti, i quadri devono essere dimensionati per il 15 % in più dei moduli installati, con un minimo di due moduli.

**NOTA** Si ricorda che gli interruttori dei singoli circuiti devono essere facilmente identificabili, ad esempio, tramite targa (CEI 64-8 art. 514.1).

Il quadro di arrivo (principale) dell'unità abitativa deve essere raggiunto direttamente dal conduttore di protezione proveniente dall'impianto di terra dell'edificio, al fine di permettere la corretta messa a terra degli eventuali SPD tramite un opportuno mezzo di connessione.

### 3.3.1 Quadro elettrico Q3 Q3 - QUADRO CUCINA

#### *Descrizione generale*

---

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	Q3
Denominazione	Q3 - QUADRO CUCINA
Schema unifilare	ST927
Numero di condutture in uscita dal quadro	6

#### *Alimentazione del quadro*

---

Prefisso e descrizione del quadro a monte	Q2 - Q2 - QUADRO GENERALE
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	Q2 -3 - Q3-QUADRO CUCINA
Sezione della linea di alimentazione	1(5G6)
Lunghezza della linea di alimentazione	20 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M31_/30/0,8

(\*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione  $K^2S^2$ ), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

### *Caratteristiche tecniche*

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	400
Tensione di isolamento	[V]	500
Corrente nominale	[A]	20
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	1,847
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	1.847
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	2,241
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	963
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	1,501
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 4X
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

#### Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup

7

#### Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle

0

#### Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento

0

#### Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi

0

#### Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti

0

### Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea  $I_B$  non superi 80% della corrente nominale  $I_n$  del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0
--	---

### Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO
---	----

### Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

### Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

## 4. GRUPPI STATICI DI CONTINUITÀ (UPS)

Apparecchiatura detta comunemente “Gruppo Statico di continuità”, per distinguerla dai generatori rotanti e costituita da batteria, raddrizzatore, invertitore e commutatore; essa è in grado di fornire energia in assenza della rete e, nella tipologia principale, di “rigenerare” la forma d’onda in uscita e quindi migliorare la qualità della sorgente di alimentazione riportandola entro le caratteristiche nominali.

### Riferimenti normativi:

- CEI EN 62040-1 (CEI 22-32) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza.
- CEI EN 62040-2 (CEI 22-29) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC).
- CEI EN 62040-3 (CEI 22-24) - Sistemi statici di continuità (UPS) - Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova.
- CEI EN 62310-1 (CEI 22-28) - Sistemi statici di trasferimento (STS) - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza.
- CEI EN 62310-2 (CEI 22-31) - Sistemi di trasferimento statici (STS) - Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC).
- CEI EN 50171 (CEI 34-102) - Sistemi di alimentazione centralizzata.
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 64-14 (CEI 64-14) - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 0-10 - Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- UNI 11222:2006 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

## 4.1 Quadro UPS UPS UPS PRESE FM DEDICATA 230V 5KVA

### *Descrizione generale*

È prevista la fornitura in opera del gruppo di continuità individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	UPS
Denominazione	UPS PRESE FM DEDICATA 230V 5KVA
Schema unifilare	ST527
Numero di condutture in uscita dal quadro	1

### *Alimentazione del quadro*

Prefisso e descrizione del quadro a monte	Q2 - Q2 - QUADRO GENERALE
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	Q2 -30 - UPS LOCALE SERVER X PRESE FM DEDICATE
Sezione della linea di alimentazione	1(3G6)
Lunghezza della linea di alimentazione	5 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/2M_3A/30/0,8

(\*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione  $K^2S^2$ ), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

### *Caratteristiche tecniche*

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	230
Tensione di isolamento	[V]	500
Corrente nominale	[A]	0
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	1,622
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	---
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	0
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	1.622
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	2,073
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 4X
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

#### Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup

0

#### Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle

0

#### Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento

0

#### Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi

0

#### Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti

0

#### Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea  $I_B$  non superi 80% della corrente nominale  $I_n$  del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0
--	---

#### Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	NO
---	----

#### Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

#### Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

## 4.2 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

**Grado di protezione:**

IP \_\_\_\_\_ (con un minimo IP3X)

**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.

### 4.3 Casette 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 mobili devono 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).

## **5. DISTRIBUZIONE GENERALE**

## 5.1 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)**

Per attuare questa protezione, che prevede una tensione  $\leq 50$  V in c.a. e  $\leq 120$  V in c.c., devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) Alimentazione da:
  - trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di isolamento simili
  - batteria
  - gruppo elettrogeno
- b) Circuiti così composti:
  - le parti attive e le masse non devono essere collegate a terra
  - elettricamente separati dagli altri circuiti
  - le prese a spina non devono essere intercambiabili con quelle degli altri sistemi né avere il contatto di terra (eccetto PELV per il solo contatto di terra)
- c) La protezione dai contatti indiretti non è richiesta  
Prescrizioni riguardanti solo i circuiti PELV  
Il circuito, a differenza del sistema SELV, presenta un punto collegato a terra, quindi si devono soddisfare le seguenti prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti:
  - a) mediante 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  $\leq 50$  V in c.a. o  $\leq 120$  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 IP2X o IPXXB, o
- per superfici superiori orizzontali mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD, oppure
- con isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario

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 IP2X o IPXXB e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IP4X o 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 IP2X o 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  $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$  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, con due cedimenti contemporanei dell'isolamento.

### **PROTEZIONE PER SEPARAZIONE ELETTRICA**

Per attuare questa protezione il circuito deve essere alimentato da:

- un trasformatore d'isolamento
- una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalenti al trasformatore d'isolamento

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 equipotenziale

- 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 PER MEZZO DI LOCALI ISOLANTI**

Da non applicarsi agli edifici civili e similari.

### **PROTEZIONE PER MEZZO DI LOCALI RESI EQUIPOTENZIALI E NON CONNESSI A TERRA**

Da non applicarsi agli edifici civili e similari.

### **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:

$$R_E \times I_{dn} < U_L$$

*Dove:*

*$R_E$  è la resistenza del dispersore*

*$I_{dn}$  è la corrente differenziale nominale in ampere*

*$U_L$  è la tensione di sicurezza o di contatto limite (50 V per ambienti ordinari; 25 V per ambienti particolari) Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.*

Per la protezione contro i contatti indiretti di apparecchiature trifasi con la sezione raddrizzatrice connessa direttamente alla linea di alimentazione si utilizzano interruttori differenziali, ove è richiesto che gli interruttori differenziali siano in grado di rilevare anche guasti verso terra in corrente continua.

Esempi di queste apparecchiature trifasi sono: UPS, TAC, RM, impianti fotovoltaici azionamenti a velocità variabile, convertitori c.a./c.c. ecc...

In presenza di correnti di guasto non alternate devono essere utilizzati solo differenziali di tipo A o di tipo B.

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

$$I_{dn} = 0,01 \text{ A}$$

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 dai 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.

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA CON PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE “SISTEMA TN”**

Per i sistemi di I categoria, con propria cabina di trasformazione, sistema TN, la protezione contro i contatti indiretti deve essere effettuata mediante messa a terra di un punto del sistema (solitamente il neutro dei trasformatori MT/BT) e collegamento delle masse a quel punto, tramite conduttore di protezione.

A tale conduttore di protezione devono essere collegate ove necessario tutte le masse estranee mediante conduttori equipotenziali principali 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, devono avere il polo di terra delle masse collegato al conduttore di protezione.

La protezione deve essere coordinata in modo tale da assicurare, per i circuiti di distribuzione, l'interruzione del circuito guasto entro 5 s.

Per tutti i circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione da sovracorrenti aventi correnti nominali  $\leq 32 \text{ A}$  il tempo di intervento deve essere in accordo con le tabelle 41A oppure con quella dei “Tempi di interruzione massimi (CEI 64-8) per il coordinamento con interruttori differenziali”.

Per soddisfare tale prescrizione si deve verificare la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

*Dove:*

$U_0$  = è il valore in volt della tensione nominale in c.a. e in c.c., valore efficace tra fase e terra

$Z_s$  = è il valore totale dell'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente

$I_a$  = è il valore, in ampere, della corrente d'intervento del dispositivo di protezione (di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali).

Si raccomanda che le protezioni siano realizzate per i circuiti terminali con dispositivo differenziale per le difficoltà che si possono avere nell'ottenere valori sufficientemente bassi di  $Z_s$  e per tener conto di possibili guasti a terra con valori di impedenza significativi.

### **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER “SISTEMA IT”**

Deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_d \leq 50$$

*Dove:*

$R_E$  = è la resistenza in ohm del dispersore al quale sono collegate le masse

$I_d$  = è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di  $I_d$  tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico; non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

- quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64-8/4 come per i sistemi TT
- quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

quando il neutro non è distribuito:

$$Z_s \leq \frac{U}{2 \times I_a}$$

quando il neutro è distribuito:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \cdot I_a}$$

Dove:

$U_0$  = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro

$U$  = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase

$Z_s$  = è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito

$Z'_s$  = è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito

$I_a$  = è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN nella Tabella 41A di 413.1.3.3 o in 5 s.

## RIEPILOGO MISURE DI PROTEZIONE

### Contro i contatti diretti e indiretti:

- ☐ mediante bassissima tensione di sicurezza (sistema SELV) \_\_\_\_\_ (\*)
- ☐ mediante bassissima tensione di protezione (sistema PELV) \_\_\_\_\_ (\*)
- ☐ mediante bassissima tensione funzionale (FELV) \_\_\_\_\_ (\*)

### Contro i contatti diretti:

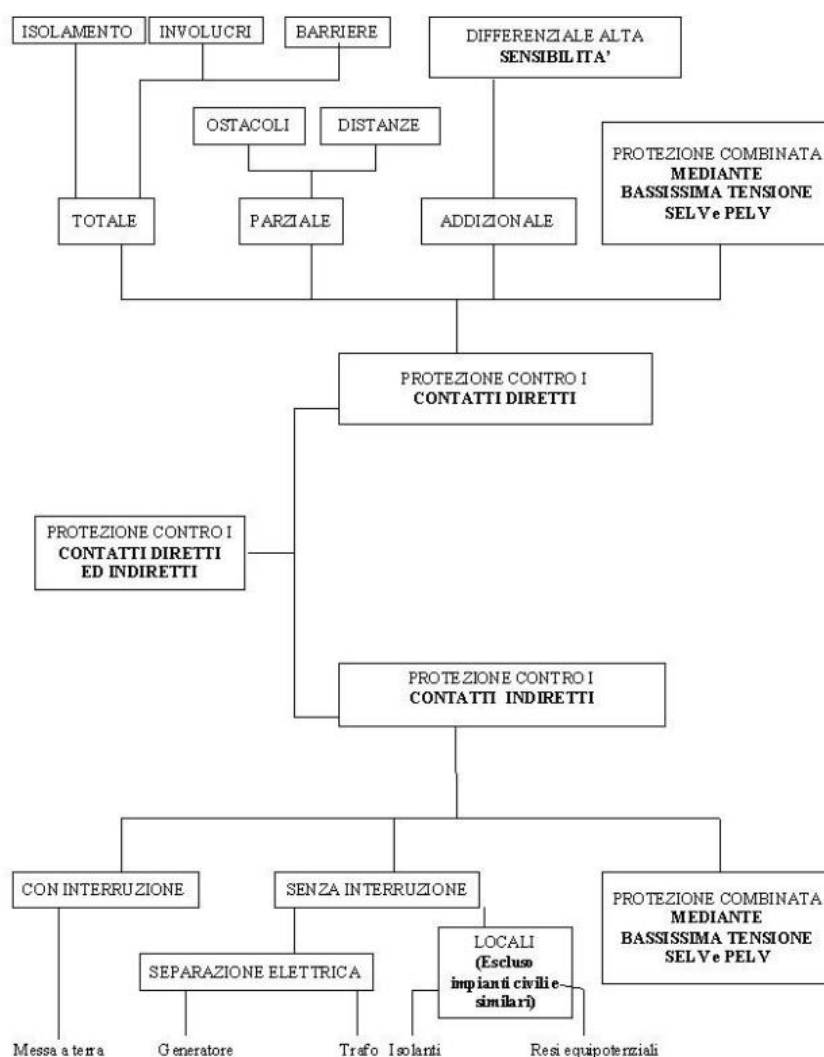
- ☒ Protezione totale
  - ☒ mediante isolamento delle parti attive \_\_\_\_\_ (\*)
  - ☒ mediante involucri o barriere \_\_\_\_\_ (\*)
- ☐ Protezione parziale
  - ☐ mediante ostacoli \_\_\_\_\_ (\*)
  - ☐ mediante allontanamento \_\_\_\_\_ (\*)

### Contro i contatti indiretti:

- ☒ Senza interruzione automatica del circuito
  - ☒ mediante impiego di componenti in classe II o con isolamento equivalente \_\_\_\_\_ (\*)
  - ☐ mediante separazione elettrica \_\_\_\_\_ (\*)
- ☒ Con interruzione automatica del circuito
  - ☒ nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione, sistema TT \_\_\_\_\_ (\*)
  - ☐ nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione, sistema TN-S \_\_\_\_\_ (\*)
  - ☐ nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione, sistema TN-C \_\_\_\_\_ (\*)

(\*) Indicare tipo di locali, impianti, piani o reparti

## Panoramica dei sistemi di protezione contro i contatti diretti/indiretti



## 5.2 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

La Norma CEI 64-8 dà le prescrizioni riguardanti la protezione contro i sovraccarichi ed i corti circuiti delle condutture. Nella scelta dei dispositivi di protezione si devono osservare le seguenti condizioni:

### Protezione contro i sovraccarichi:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

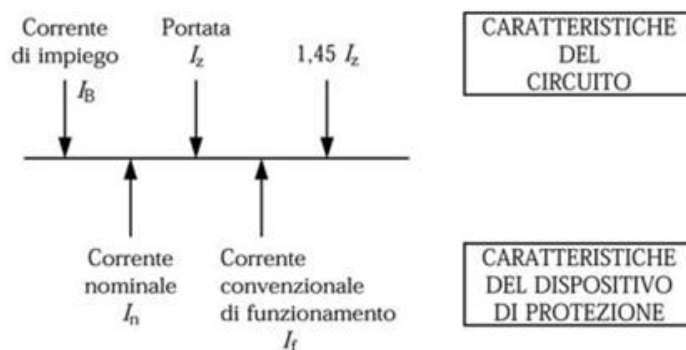
*Dove:*

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_Z$  = portata delle condutture

$I_B$  = corrente di impiego del circuito



La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

1. all'inizio della condotta
2. alla fine della condotta
3. in un punto qualsiasi della condotta

Per le condizioni 2-3 ci si deve accertare che non vi siano né derivazioni né prese a spina a monte della protezione e la condotta risulti protetta contro i corti circuiti.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi vanno installate all'inizio della condotta.

**Nota:** si ricorda che in alcuni casi, come ad esempio le condutture che alimentano utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione, le quali non possono dar luogo a sovraccarichi pericolosi, si può omettere la protezione contro i sovraccarichi.

Nei circuiti di sicurezza la protezione contro i sovraccarichi è sconsigliata; se comunque per la protezione contro le sovracorrenti vengono usati interruttori automatici provvisti di relè termico, l'apparecchio deve avere una corrente nominale relativamente elevata (ad esempio indicativamente pari ad almeno due/tre volte la  $I_B$ ).

## Protezione contro i cortocircuiti:

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_{cc}Max \leq p.d.i.$$

$$I^2t \leq K^2S^2 \quad (\text{energia specifica passante})$$

*Dove:*

$I_{cc}Max$  = Corrente di corto circuito massima nel punto di installazione

$p.d.i.$  = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

$I^2t$  = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta, quindi è il valore dell'energia specifica passante letto sulla curva  $I^2t$  della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

$K^2S^2$  = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

$K$  = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

$S$  = Sezione della conduttura

La protezione contro i cortocircuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura. Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne
- sia realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, ad esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.

In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

**Nota:** le protezioni contro le sovracorrenti sono generalmente assicurate da un unico dispositivo. Nel caso di impiego di dispositivi separati, qualora esista la possibilità di corto circuito nel tratto di conduttura tra i due dispositivi, si consiglia di installare la protezione da sovraccarico a valle di quella da corto circuito.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate.

## Correnti di cortocircuito all'interno dell'impianto

Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

### Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k\ 3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

### Corrente di cortocircuito fase-fase

$$I_{k\ FF} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

### Corrente di cortocircuito fase-neutro

$$I_{k\ FN} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

## Corrente di cortocircuito fase-protezione

$$I_{k\text{ FP}} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

$U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$$

## Fattore di tensione e resistenza dei cavi

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito calcolata. In funzione di questi parametri si ottengono pertanto i valori massimo ( $I_{k\text{ MAX}}$ ) e minimo ( $I_{k\text{ min}}$ ), per ciascun tipo di corrente calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro).

I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	$I_{k\text{ MAX}}$	$I_{k\text{ min}}$
<b>C</b> <b>Fattore di</b> <b>tensione</b>	1	0.95
<b>R</b> <b>Resistenza</b>	$R_{20^{\circ}\text{C}}$	$R = \left[ 1 + 0.004 \frac{1}{^{\circ}\text{C}} (\theta_e - 20^{\circ}\text{C}) \right] R_{20^{\circ}\text{C}}$ (Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la  $R_{20^{\circ}\text{C}}$  è la resistenza dei conduttori a  $20^{\circ}\text{C}$  e  $\theta_e$  è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito. Il valore di riferimento è  $145^{\circ}\text{C}$  (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28).

## Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left( \frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

*Dove:*

$Z_{mot}$  = è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti

$R_{mot}$  = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti

$X_{mot}$  = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

## Verifica del potere di chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

*Dove:*

$I_P$  = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

$I_{CM}$  = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

### Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove:

$I_K''$  = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

$K_{CR}$  = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc}/X_{cc}}$$

Il valore di  $I_p$  può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di  $I_{CM}$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} \cdot n$$

Dove:

$I_{CU}$  = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

$n$  = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

**Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto  $n$  tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)**

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore $n$ $n = \frac{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}{\text{potere di interruzione in cortocircuito}}$
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

### Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2 t \leq I_{CW}^2$$

### **Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito**

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

*Dove:*

$I_K''$  = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

$K_{CR}$  = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc}/X_{cc}}$$

### **Verifica della tenuta del condotto sbarre**

$$I^2 t \leq I_{cw}^2$$

*Dove:*

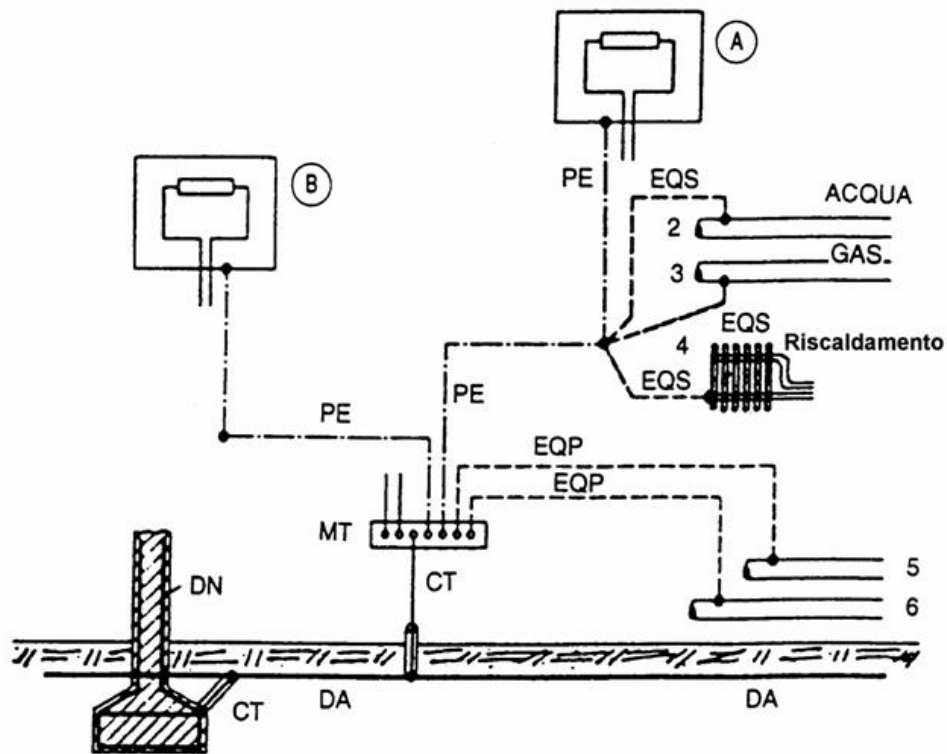
$I^2 t$  = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva  $I^2 t$  della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

$I_{cw}^2$  = corrente ammissibile di breve durata (1s) sopportata dal condotto sbarre

### 5.3 Impianto di terra

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



DA:	Dispersore intenzionale
DN:	Dispersore naturale (di fatto)
CT:	Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT:	Collettore (o nodo) principale di terra
PE:	Conduttore di protezione
EQP:	Conduttori equipotenziali principali
EQS:	Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B	Masse
2,3,4,5,6	Masse estranee

In ogni tipologia edilizia è fondamentale realizzare un impianto di messa a terra opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

### **Impianti a tensione nominale $\leq 1000$ V c.a.**

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario” (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

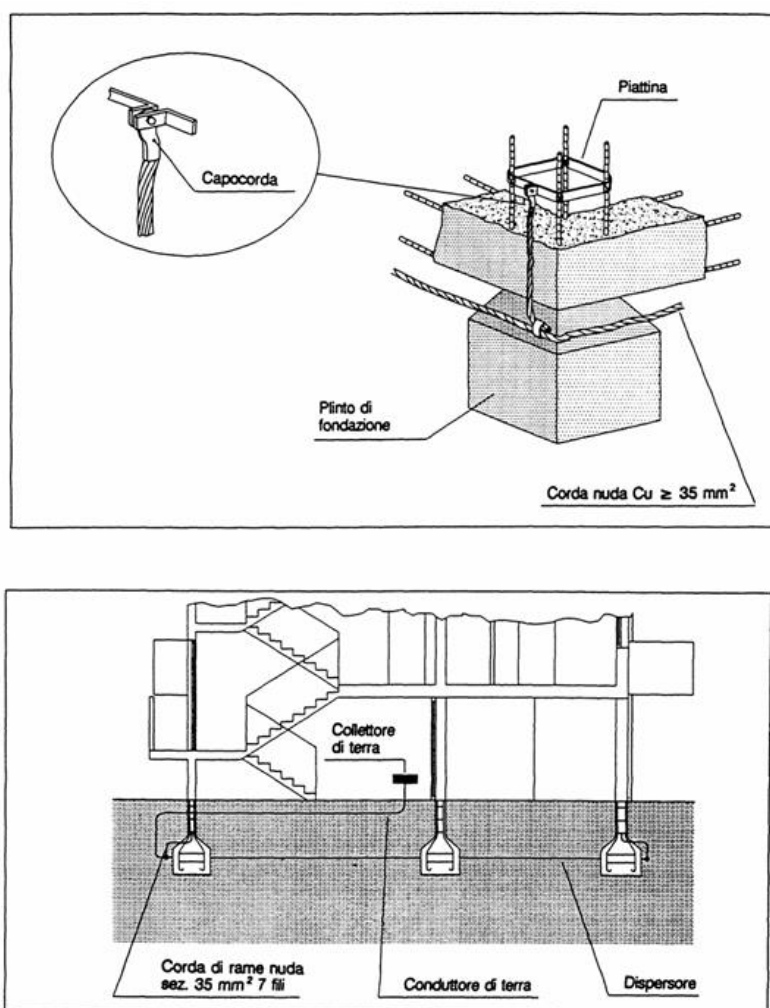
## **ELEMENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA**

### **Dispersore**

Il dispersore è il componente che permette di disperdere le correnti che possono fluire verso terra. E' generalmente costituito da elementi metallici, ad esempio: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre le cui dimensioni e caratteristiche sono specificate dalla Norma CEI 64-8.

E' economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Esempio di collegamento dei dispersori naturale:

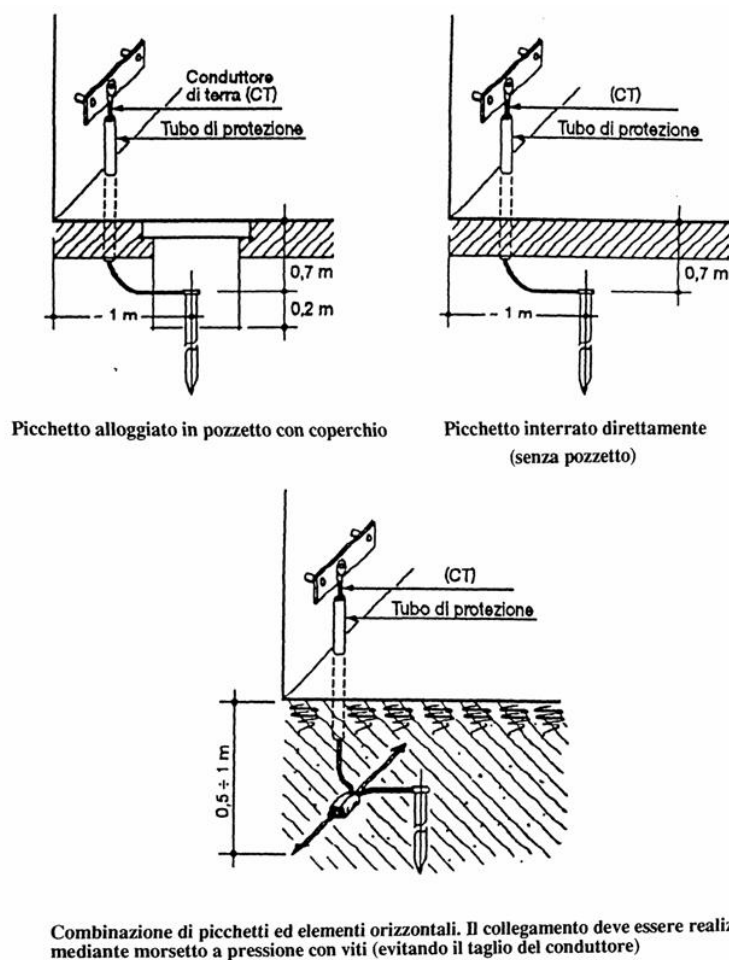


Quando si realizzano dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità dei dispersori. È preferibile che gli elementi disperdenti siano collocati all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Esempi di dispersori intenzionali:



### Conduttore di terra

Sono definiti conduttori di terra i conduttori che collegano i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro. Sono generalmente costituiti da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori di terra devono essere affidabili ed avere caratteristiche che ne permettano una buona conservazione ed efficienza nel tempo, devono quindi essere resistenti ed adatti all'impiego.

Per la realizzazione dei conduttori di terra possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

**I conduttori di terra devono rispettare le seguenti sezioni minime:**

<i>Tipo di conduttore</i>	<i>Sezione minima del conduttore di terra</i>
<i>Con protezione contro la corrosione ma non meccanica</i>	<i>16 mm<sup>2</sup></i>
<i>Senza protezione contro la corrosione</i>	<i>25 mm<sup>2</sup> in rame 50 mm<sup>2</sup> in ferro</i>
<i>Con protezione contro la corrosione e con protezione meccanica</i>	<i>Sezione del conduttore di protezione</i>

### **Collettore (o nodo) principale di terra**

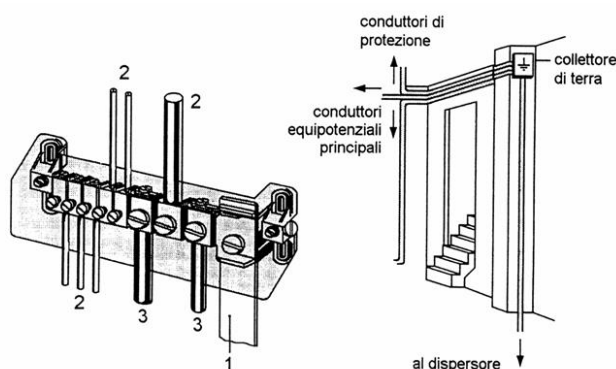
In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

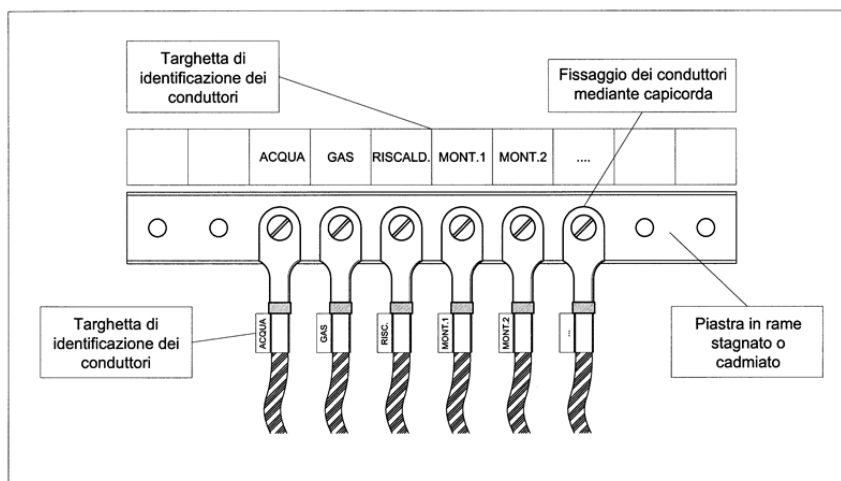
### **Esempi di nodo principale di terra**



1 - Conduttore di terra proveniente dal dispersore

2 - Conduttori di protezione

3 - Conduttori equipotenziali principali

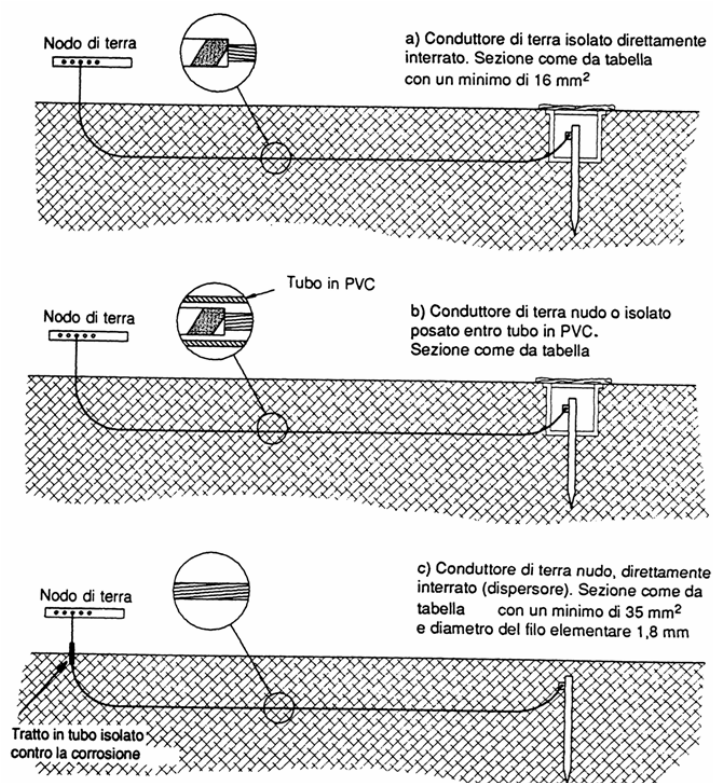


### Conduttori di protezione

I conduttori di protezione dovranno essere distribuiti, insieme ai conduttori attivi, a tutte le masse ed ai poli di terra delle prese di corrente. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno avere una sezione coordinata con i conduttori di fase ad essi associati secondo la seguente tabella:

<i>Sezione del conduttore di fase <math>S</math> (mm<sup>2</sup>)</i>	<i>Sezione minima del conduttore di protezione <math>S_{pe}</math> (mm<sup>2</sup>)</i>
$S \leq 16$	$S_{pe} = S$
$16 < S \leq 35$	$S_{pe} = 16$
$S > 35$	$S_{pe} = S/2$

## Sezione minima del conduttore di terra interrato:



## Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali e supplementari devono avere le sezioni indicate nelle tabelle che seguono.

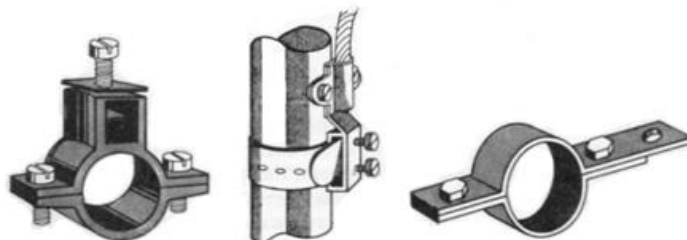
Sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ )	Sezione minima del conduttore equipotenziale principale ( $\text{mm}^2$ )
$S$	$S/2$ Minimo $6 \text{ mm}^2$

Tipo di connessione	Sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ )	Sezione minima del conduttore equipotenz. supplementare
Tra due masse	$S$	$S$
Tra massa e massa estranea	$S$	$S/2$
Tra due masse estranee	2.5 $\text{mm}^2$ con protezione meccanica 4 $\text{mm}^2$ senza protezione meccanica	
Tra massa estranea e impianto di terra		

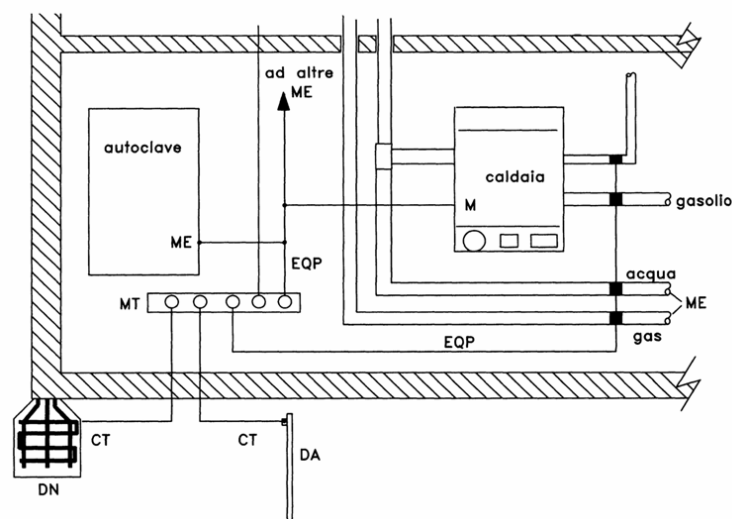
### Collegamento equipotenziale principale

Alla base dell'edificio tutte le masse estranee (tubazioni metalliche) devono essere connesse al nodo principale di terra mediante cavi in rame, realizzando in tal modo il collegamento equipotenziale principale

### Esempi di morsetti per la connessione delle tubazioni



### Schema generale dei collegamenti



ME:	Massa estranea
MT:	Collettore o nodo principale di terra
CT:	Conduttore di terra
DN:	Dispersore naturale
DA:	Dispersore artificiale
M:	Massa
EQP:	Conduttore equipotenziale principale

### **Resistenza dell'impianto di terra**

Negli impianti alimentati con sistema TT, la resistenza dell'impianto di terra dovrà risultare idonea al coordinamento con gli interruttori differenziali installati, secondo la relazione:

$$R_T \leq 50/I_{dn}$$

Ad esempio  $R_T \leq 1666 \, \Omega$  quando è installato un interruttore differenziale da 30 mA.

Nel caso di ambienti particolari, come i locali medici, le piscine o le stalle, la relazione è la seguente:

$$R_T \leq 25/I_{dn}$$

*$R_T$  è la resistenza dell'impianto di terra*

*$I_{dn}$  è la corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale*

È comunque consigliabile di predisporre l'impianto di terra in modo da ottenere valori di resistenza inferiori al limite teorico calcolabile con la formula riportata sopra.

*Nota: Si ricorda che il limite di  $20 \, \Omega$  (previsto dal DPR 547/55) è superato dalle prescrizioni normative riportate sopra.*

### **Prescrizioni generali**

L'impianto di terra deve essere collegato a tutte le utenze alimentate per le quali è previsto il sistema di protezione per interruzione dell'alimentazione. Viceversa è vietato collegare a terra le utenze alimentate per separazione elettrica o a bassissima tensione di sicurezza.

***L'intero complesso edilizio deve essere dotato di un sistema di dispersione unico.***

### **Definizioni**

**Massa** - *Parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata (Ad es. scaldacqua, quadro elettrico metallico, carcasse di elettrodomestici, ecc.)*

**Massa estranea** - *Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra (Ad es. acquedotto, gronde, ecc.)*

## 5.4 Impianto di protezione contro i fulmini – Maggio 2008

La presente scheda fornisce le indicazioni necessarie per il calcolo e la progettazione degli impianti di protezione contro i fulmini di tipo generale .

La Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10- 2) permette di verificare quando è necessario un impianto di protezione contro i fulmini o quando la struttura si considera autoprotetta; fornisce inoltre indicazioni circa il calcolo e le modalità con cui realizzare un impianto di protezione contro i fulmini.

### Riferimenti normativi:

- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali.
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio.
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

### Significato delle sigle:

- **R** = Rischio dovuto al fulmine
- **RT** = Rischio massimo tollerabile
- **SPD** = (Surge Protective Device) limitatore di sovratensione
- **LPS** = (Lightning Protection System) sistema di protezione contro i fulmini: esterno o interno
- **LPL** = (Lightning Protection Level) livello di protezione
- **LEMP** = Impulso elettromagnetico di fulmine
- **LPMS** = (Lightning Protection Measurement System) sistema di protezione contro il LEMP

Le Norme CEI EN 62305-2/4 prendono in considerazione i danni causati dal fulmine, che comportano i seguenti rischi:

- **R1**: perdita di vite umane
- **R2**: perdita inaccettabile di servizi pubblici essenziali
- **R3**: perdita di un patrimonio culturale insostituibile
- **R4**: perdite economiche.

Per ogni tipo di rischio **R** dovuto al fulmine, la norma permette di definire le misure di protezione che il progettista deve adottare per limitare il rischio a quello massimo tollerabile **RT**.

Se risulta  $R \leq R_T$  la protezione contro i fulmini non è necessaria.

Se la struttura non risulta protetta, ovvero  $R > R_T$ , si devono adottare una o più delle seguenti misure:

- installazione di un LPS con livello di protezione adeguato da realizzare in conformità alla Norma CEI EN 62305-3
- installazione di un sistema di misure di protezione contro il LEMP (LPMS) per gli impianti elettrici ed elettronici nelle strutture secondo le prescrizioni della norma CEI EN 62305-4
- predisposizione di misure di protezione per limitare:
  - le tensioni di contatto e di passo secondo la CEI EN 62305-3
  - le sovratensioni indotte negli impianti interni

Le misure di protezione più idonee devono essere comunque adottate dal progettista in conformità alle prescrizioni delle Norme CEI EN 62305-3 e CEI EN 62305-4 dopo aver fatto la valutazione del rischio secondo la CEI EN 62305-2.

In particolare la CEI EN 62305-3 tratta delle misure di protezione per ridurre il rischio di danni materiali e agli esseri viventi, ma non riguarda la protezione degli impianti elettrici ed elettronici.

La CEI EN 62305-4 fornisce informazioni sulle misure di protezione atte a ridurre il rischio di guasti permanenti negli impianti elettrici ed elettronici all'interno di strutture.

Qualora si adotti un LPS esterno ed interno:

**L'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:**

- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici e delle parti strutturali metalliche
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni ed interni

**L'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:**

- sistema di captatori (normali o naturali)
- sistema di calate (normali o naturali)
- sistema di dispersori (normali o naturali)
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni ed interni, ed ai corpi metallici esterni ed interni

## **PRINCIPALI ADEMPIMENTI RELATIVI ALL'ESECUZIONE DELL'IMPIANTO**

### **Manutenzione e ispezione di un LPS (Cap. 7 - Norma CEI EN 62305-3)**

L'impianto deve essere verificato subito dopo la sua esecuzione ed a intervalli prestabiliti come dalla Norma stessa.

### **Gestione di un LPMS (Cap. 8 – Norma CEI EN 62305-4)**

L'impianto deve essere verificato subito dopo la sua esecuzione ed a intervalli prestabiliti come dalla Norma stessa.

**DPR 462/01**

Sono stati abrogati l'articolo 38 e 40 ed il modello A.

L'omologazione avviene mediante presentazione della Dichiarazione di Conformità da parte del committente agli enti preposti (ISPESL, ARPA oppure ove esistente allo sportello unico).

## 5.5 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 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia

### Conduttori per impianti di segnalazione

- 0,5 mm<sup>2</sup> (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 mm<sup>2</sup>

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, 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 mm<sup>2</sup>

**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:**

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

*Dove:*

$S_p$  = sezione in mm<sup>2</sup>

$I$  = 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 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente
- 4,0 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>

**Conduttore di terra**

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato
- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (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 mm<sup>2</sup> (rame)

**Conduttori equipotenziali principali**

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame)
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (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 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente
  - 4 mm<sup>2</sup> (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 <sup>2</sup> rame)	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE $S_p$ (mm <sup>2</sup> rame)
$S$ fino a <b>16</b> oltre <b>16</b> e fino a <b>35</b> oltre <b>35</b>	$S_p = S$ <b>16</b> $S_p = S/2$
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 <sup>2</sup>	Conduttore per il neutro $S_p$ mm <sup>2</sup>	Conduttori per la fase $S$ mm <sup>2</sup>	Conduttore per il neutro $S_p$ mm <sup>2</sup>	Conduttori per la fase $S$ mm <sup>2</sup>	Conduttore per il neutro $S_p$ mm <sup>2</sup>
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) <sup>a)</sup>	8	15	25	32	50	8	10	20	40
Corrente di non intervento $I_{nf}=1,13 I_n$ (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 <sup>2</sup> )	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 <sup>b)</sup>	16,8	28,7	39,8	39,8	53	14,7	19,6	25,2	47,6
Caduta di tensione % <sup>c)</sup>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lunghezza max <sup>d)</sup>	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 nella 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

## 5.6 Coefficienti di utilizzazione - contemporaneità e caduta di tensione

Per il calcolo delle potenze elettriche, ai fini del dimensionamento delle linee e della potenza totale impegnata, si possono considerare i seguenti coefficienti salvo diversi valori giustificati da casi o esigenze particolari.

UTENZE	kU	kC	cdt % (1)
Luce	1	1	4
Servizi generali			
– 1 ascensore	1	1	5
– 2 ascensori	1	0,7	5
– 3 ascensori	0,9	0,6	5
– centrale termica	0,8	0,7	4
– centrale idrica	0,9	0,5	4
– centrale di condizionamento	0,7	0,7	4
– cucina, lavanderia	0,7	0,7	4
– eventuale centro di calcolo	1	0,8	4
<b>kU</b> = coefficiente di utilizzazione <b>kC</b> = coefficiente di contemporaneità <b>cdt</b> = caduta di tensione (1) Le linee derivate devono essere dimensionate per il 100% del carico.			

### Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8

### Caduta di tensione negli impianti utilizzatori

Si raccomanda che la caduta di tensione non superi, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e col relativo carico di progetto, il 4% della tensione nominale solo in mancanza di specifiche indicazioni da parte del committente.

#### Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove:

**I** = corrente di impiego IB (oppure la corrente di taratura In espressa in A)

**R<sub>l</sub>** = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)

**X<sub>l</sub>** = reattanza della linea in Ω/km

**K** = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

**L** = lunghezza della linea in km

#### Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04

E' possibile considerare le tabelle CEI UNEL 35023:2009-04 per determinare la caduta di tensione.

Tali tabelle forniscono i valori di impedenza dei cavi e i valori di caduta di tensione per corrente e lunghezza unitarie. Rispetto al caso generale, la resistenza è indipendente dalla temperatura raggiunta dal cavo (questa modalità di calcolo restituisce cadute di tensione superiori rispetto al caso generale).

#### Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto

E' possibile calcolare la caduta di tensione in fase di avviamento/spunto di un'utenza.

In tal caso nella formula generale la corrente **I** viene sostituita dalla corrente  $I_B \times K$  moltiplicativo (il **K** moltiplicativo dovrà essere specificato sull'utenza), mentre le impedenze di linea  $R_l$  ed  $X_l$  sono valutate a 20°C.

Nel caso dei motori, il calcolo viene effettuato sulla corrente di avviamento.

Nel caso di altre utenze, il calcolo viene effettuato sulla corrente di spunto.

#### Caduta di tensione con carico squilibrato ( $I_b$ monofase)

E' possibile calcolare la caduta di tensione in caso di carico fortemente squilibrato (il massimo grado di squilibrio corrisponde ad un carico monofase). In questa condizione si simula che, in una linea trifase con neutro, venga alimentato un unico utilizzatore monofase (caso più gravoso).

#### **Temperatura a regime del conduttore**

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

*Dove:*

$T_R$  = è la temperatura a regime espressa in °C

$T_Z$  = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C

$T_A$  = è la temperatura ambiente espressa in °C

$n$  = è il rapporto tra la corrente d'impiego  $I_B$  e la portata  $I_Z$  del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

## Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_{k \min} \text{ a fondo linea} > I_{int}$$

*Dove:*

$I_{k \min}$  = corrente di corto circuito minima tra fase e conduttore di protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze dei conduttori a monte del tratto in esame.

$I_{int}$  = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla Tabella 41A di 413.1.3.3.

Il valore  $I_{int}$  viene rilevato dall'intersezione tra la retta del tempo (a 5s oppure secondo tab.41A) e la curva  $I^2t$  della protezione (interruttori e sganciatori termomagnetici) oppure dalla curva tempo-corrente (interruttori elettronici). Se è presente un interruttore differenziale,  $I_{int}$  corrisponde al valore di  $I_d$ .

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

## Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante Rifasamento, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg\varphi_i - tg\varphi_f)$$

*Dove:*

$Q_c$  = è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.

$P$  = è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.

$tg\varphi_i$  = è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.

$tg\varphi_f$  = è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

## Potenza di riferimento per prese a spina

- 2 x 10A + T 50W cad
- 2 x 16A + T 200W cad.; nei corridoi, atri, ambienti secondari, per i locali dell'area alberghiera, ecc
- 2 x 16A + T 250W cad.; per i locali dell'area amministrazione
- 2 x 16A + T 350W cad.; nelle camere di degenza ed assimilate
- 2 x 16A + T 500W cad.; laboratori, ambulatori, cucinette, ecc

## **6. APPARECCHI DI PROTEZIONE, COMANDO E SEZIONAMENTO**

## 6.1 Interruttori differenziali modulari per uso domestico e similare - Settembre 2014

Gli interruttori differenziali modulari per uso domestico e similare, con sganciatori di sovracorrente (RCBO) o senza sganciatori di sovracorrente (RCCB), devono avere le seguenti caratteristiche:

### Riferimenti normativi:

- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42).
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43).
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44).
- CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45).
- CEI EN 62423 (CEI 23-114).

### Tensione nominale:

- ☒ monofase 230 V a 50 Hz
- ☒ trifase 230/400V a 50 Hz

### Corrente nominale:

\_\_\_\_\_ A (fino a 125 A)

### N° poli:

- ☒ 1+N (solo RCBO)
- ☒ 2
- ☐ 3 (solo RCBO)
- ☒ 3+N (solo RCBO)
- ☐ 4

**Gli interruttori differenziali puri vanno sempre associati ad adeguati dispositivi di protezione da sovracorrente (vedere schede relative).**

**Potere d'interruzione  $I_{cn}$  in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego (solo per RCBO):**

- ☐ 3 kA
- ☐ 4,5 kA
- ☒ 6 kA
- ☒ 10 kA
- ☐ 15 kA
- ☐ 20 kA
- ☐ 25 kA

**Caratteristica d'intervento per sovracorrente in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego (solo per RCBO):**

- ☐ B
- ☒ C
- ☐ D





**Corrente differenziale di intervento  $I_{dn}$ :**

- ☐ 0,01 A
- ☒ 0,03 A
- ☐ 0,1 A
- ☒ 0,3 A
- ☒ 0,5 A
- ☐ \_\_\_\_\_ Altro

**Intervento differenziale:**

- ☒ senza ritardo (interruttori per uso generale)
- ☒ con ritardo intenzionale di tipo S (interruttori selettivi contraddistinti in targa con il simbolo )

**Sensibilità alla forma d'onda della corrente differenziale di guasto:**

- ☒ tipo AC: solo per corrente alternata (contraddistinti in targa con il simbolo )
- ☒ tipo A :anche per correnti pulsanti unidirezionali e/o pulsanti (contraddistinti in targa con il simbolo )
- ☐ tipo F: anche per correnti composite in presenza di inverter monofase (contraddistinti in targa con il simbolo )
- ☐ tipo B anche per correnti continue e alternate sino alla frequenza di 1000 Hz (di, contraddistinti in targa con il simbolo )

**Modulo base 17,5 mm.**

**Montaggio a scatto su profilato EN 50022.**

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

## **6.2 Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e simile**

Gli interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e simile devono avere le seguenti caratteristiche:

### **Riferimenti normativi:**

- CEI EN 60898 (CEI 23-3)

**Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz**

**Corrente nominale fino a 125 A**

**Potere d'interruzione  $I_{cn}$  in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego:**

- ☐ 3 kA
- ☐ 4,5 kA
- ☒ 6 kA
- ☒ 10 kA
- ☐ 15 kA
- ☐ 20 kA
- ☐ 25 kA

**Caratteristica d'intervento in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: B, C e D**

**N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4**

**Modulo base 17,5 mm**

**Montaggio a scatto su profilato EN 50022**

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

### 6.3 Limitatori di sovratensione (SPD) – Marzo 2013

I limitatori di sovratensione devono avere le seguenti caratteristiche:

#### Riferimenti normativi:

- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)

#### Tensione nominale:

- ☒ 230 V c.a.
- ☒ 400 V c.a.
- ☐ \_\_\_\_\_

#### Classe d'impiego:

Gli SPD si suddividono in tre classi secondo la loro capacità di scarica, cioè secondo la forma d'onda ed il valore di picco della corrente con la quale sono provati. Le classi di prova previste dalle norme IEC sono tre:

- ☒ **Tipo 1** in classe di prova I (da installare all'origine dell'impianto protetto contro i fulmini mediante LPS)
  - ☒  $I_{imp} = 12,5 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
  - ☐  $I_{imp} = 20 \text{ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
  - ☐  $I_{imp} = \text{_____ kA (10/350 } \mu\text{s)}$
- ☒ **Tipo 2** in classe di prova II (da installare all'origine dell'impianto senza LPS e/o su quadri di distribuzione)
  - ☒  $I_n = 10 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$
  - ☐  $I_n = 15 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$
  - ☐  $I_n = \text{_____ kA (8/20 } \mu\text{s)}$
- ☐ **Tipo 3** in classe di prova III (da installare sui circuiti terminali)
  - ☐  $U_{0c} = 6 \text{ kV}$
  - ☐  $U_{0c} = 10 \text{ kV}$
  - ☐  $U_{0c} = \text{_____ kV}$

Gli SPD in commercio sono chiamati di categoria B, C e D, in base alle norme VDE (tedesche). Gli SPD di categoria A sono adatti per l'installazione lungo le linee elettriche aeree esterne.

<b>Norme IEC</b>	<b>Norme VDE</b>	<b>Tipo di impiego degli SPD</b>
<b>Classe I</b>	<b>Categoria B</b>	Devono essere installati nei punti in cui può fluire una parte della corrente di fulmine: In un edificio dotato di LPS, servono per collegare equipotenzialmente le calate alle linee elettriche entranti nell'edificio ed ai corpi metallici che non possono essere collegati a terra permanentemente, ad esempio una tubazione con protezione catodica. In un edificio non dotato di LPS, vanno installati all'arrivo di una linea di energia che abbia una frequenza di fulminazione diretta elevata ( $N_c > 0.1$ fulmin/anno).
<b>Classe II</b>	<b>Categoria C</b>	Vanno impiegati nei casi in cui non sono impiegati gli SPD di classe I oppure III. Ad esempio all'ingresso di una linea di segnale, o di energia, con frequenza di fulminazione diretta della linea inferiore a 0.1 fulmini/anno.
<b>Classe III</b>	<b>Categoria D</b>	Devono essere installati all'ingresso delle apparecchiature da proteggere. La linea a monte deve essere già protetta da SPD di classe I oppure II.

**Tensione massima residua:**

- ☐  $U_p = 0,8 \text{ kV}$   
☐  $U_p = 1 \text{ kV}$   
☒  $U_p = 1,2 \text{ kV}$   
☐  $U_p = 1,8 \text{ kV}$   
☐  $U_p = 2,5 \text{ kV}$   
☐  $U_p = \text{_____} \text{ kV}$

**Tipo di protezione:**

- ☒ Modo comune (tra conduttore attivo e terra)  
☐ Modo comune e modo differenziale (anche tra conduttori attivi)

**Dispositivo di protezione coordinato:**

- ☒ Integrato  
☐ Separato

**Dispositivo di segnalazione di fine vita:**

- ☒ Presente  
☐ Non presente

**N° poli:**

- ☐ Monofase (fase-terra)  
☐ Monofase con neutro (fase-terra, neutro-terra, fase-neutro solo per modo differenziale)  
☐ Trifase  
☒ Trifase con neutro (fase terra, neutro terra, fase neutro solo per modo differenziale)

**Modulo base:**

- ☒ 17,5 mm per profilati EN 50022
- ☐ il medesimo della serie civile da incasso (solo per circuiti terminali classe III)
- ☐ Altro

**Funzionamento degli SPD**

Gli SPD vengono solitamente installati tra fase e terra.

In condizioni ordinarie l'SPD presenta una impedenza verso terra elevatissima, quindi il circuito cui l'SPD è collegato è isolato da terra.

Se l'SPD è sottoposto ad una sovratensione superiore alla sua tensione di innesco entra in conduzione, cioè da isolante diventa conduttore e scarica a terra la corrente associata alla sovratensione. Quando l'SPD conduce non ha una impedenza nulla, sicché ai suoi capi si stabilisce una tensione che prende il nome di tensione residua ( $U_{res}$ ).

Affinché non avvenga una scarica nell'impianto o nell'apparecchiatura protetta, la tensione applicata all'apparecchiatura deve essere minore della sua tensione di tenuta ad impulso. In mancanza di dati si può assumere 4000 V per gli impianti in bassa tensione.

**Messa a terra degli SPD**

In caso di scarica la tensione applicata all'apparecchiatura protetta dall'SPD è composta di tre termini:

- La caduta di tensione sul conduttore di messa terra dell'SPD ( $U_1$ )
- La tensione residua sull'SPD ( $U_{res}$ )
- La caduta di tensione sul conduttore che collega l'SPD alla fase ( $U_2$ )

***L'SPD va sempre collegato allo stesso impianto di terra dell'apparecchiatura da proteggere.***

In questo modo la massa dell'apparecchiatura assume la tensione  $U_E$  che non sollecita più l'apparecchiatura. Viceversa costituirebbe una ulteriore componente di tensione che si sommerebbe alle tre precedenti.

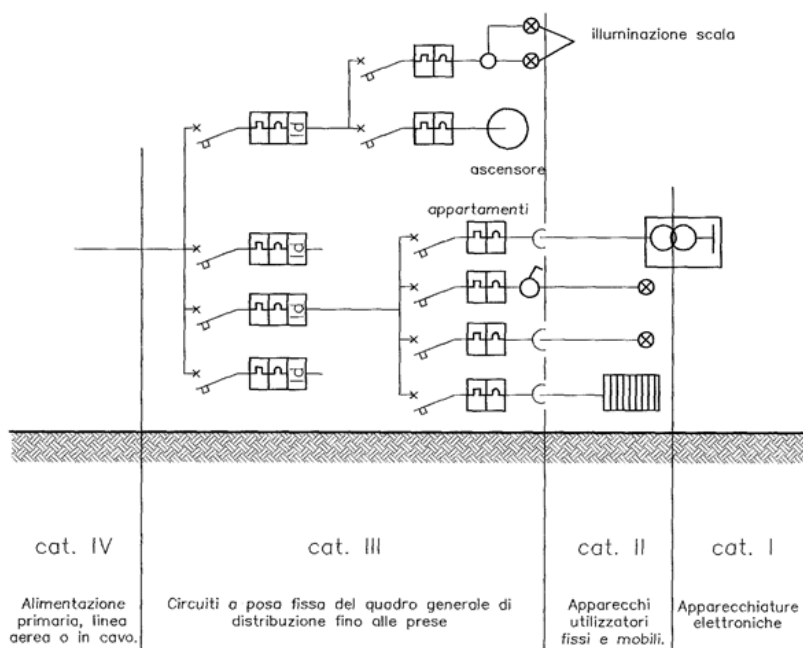
Le tensioni  $U_1$  e  $U_2$  non sono trascurabili (come avverrebbe per correnti a 50 Hz). Nel caso di una corrente impulsiva come quella del fulmine, la caduta di tensione induttiva prevale su quella ohmica ed è tanto maggiore quanto più è ripido il fronte d'onda della corrente: da qualche centinaio di volt al metro sino a 1 kV/m se il fulmine colpisce direttamente la linea elettrica e l'SPD è chiamato a scaricare la corrente di fulmine.

Bisogna quindi ridurre il più possibile le lunghezze dei conduttori di collegamento dell'SPD.

Tenuto conto del livello di isolamento medio delle apparecchiature che si vuole proteggere, la lunghezza totale dei due collegamenti dell'SPD (alla linea ed a terra) non dovrebbe superare il mezzo metro.

## Zone dell'impianto e categorie di sovratensioni

Nella figura che segue sono illustrate le zone di un impianto, corrispondenti alle categorie di sovratensione (secondo la norma IEC 664-1).



## Tensioni di tenuta ad impulso per le varie zone di un impianto

Massima tensione di impiego verso terra (V)	ZONA			
	I	II	III	IV
	Tensione di tenuta ad impulso (onda 1/50 $\mu$ s)			
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

## Tensione nominale ( $U_c$ )

La tensione nominale ( $U_c$ ) di un SPD deve essere più alta della tensione nominale del circuito da proteggere. In genere si assume un margine del 10%.

Sistema	Tensione nominale del sistema	Tensione $U_c$ minima
TT oppure TN	127	140
	230	253
IT	230	242
	400	440

### **Sovratensione temporanea ( $U_t$ )**

La sovratensione temporanea ( $U_t$ ) è il livello di tensione che l'SPD può tollerare senza intervenire, in modo da evitare interventi intempestivi per sovratensioni che si possono verificare in condizioni normali del sistema elettrico.

La sovratensione temporanea di un SPD deve essere superiore a quella indicata nella seguente tabella.

Tensione nominale del sistema	TT		IT
	Durata della tensione temporanea		
	0.2 s	1 s	3600 s
127	250	170	250
230	440	300	440

### **Livello di protezione ( $U_p$ )**

La tensione limite di un SPD è la tensione che si verifica ai capi dell'SPD quando questo è attraversato da un scarica. Può coincidere con la tensione di innesco (nel caso di spinterometri) o con la tensione residua (nel caso di varistori).

Il livello di protezione ( $U_p$ ) di un SPD deve essere inferiore alla tensione di tenuta dei circuiti da proteggere.

Tensione nominale di impiego del sistema (V)	ZONA			
	I	II	III	IV
	Livello di protezione (V)			
127	600	1100	1800	3000
230	1100	1800	3000	4400

## 6.4 Prese civili

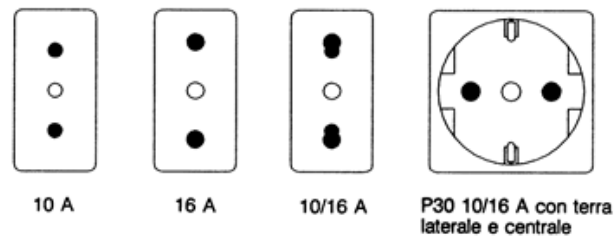
### Generalità

Le prese a spina di tipo civile, per uso domestico e similare, più diffuse sono le seguenti:

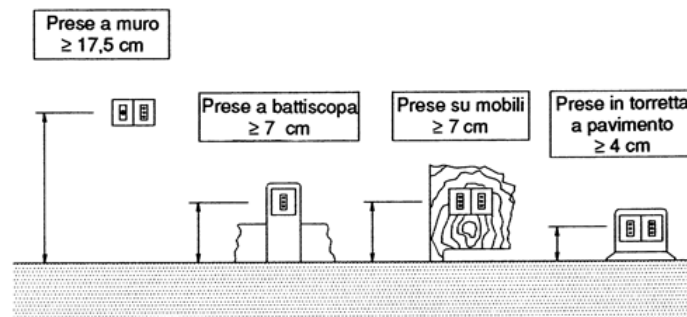
CORRENTE NOMINALE	DESCRIZIONE	NORMA CEI
10 A	2 poli + terra a poli allineati e alveoli schermati	23-16
16 A	2 poli + terra a poli allineati e alveoli schermati	23-16
10/16 A	“bipasso” - 2 poli + terra a poli allineati e alveoli schermati	23-16
2 P+T 16A	con terra laterale tipo “Shuko”	23-16 V3
2 P+T 10/16A P30	con terra laterale e centrale ed alveoli schermati	23-5

Le prese tipo “P30” sono preferibili perché, avendo sia terra centrale che laterale, sono in grado di connettere correttamente le spine “Shuko” ed anche quelle ordinarie a poli allineati.

Tipi di prese a spina



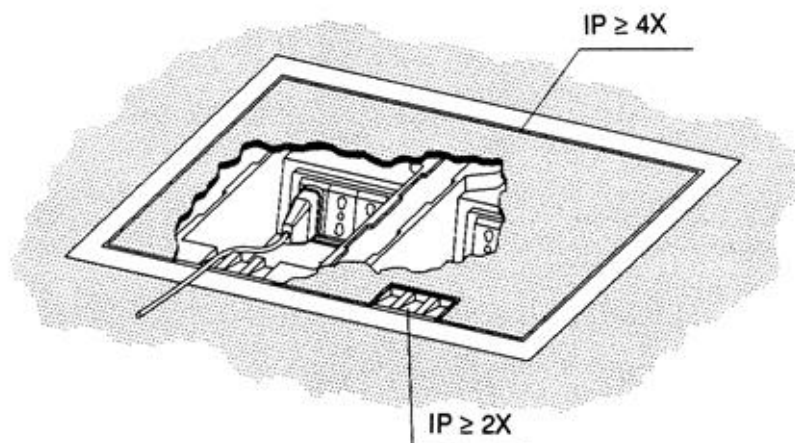
Quote di installazione



### **Prese a spina su linee privilegiate**

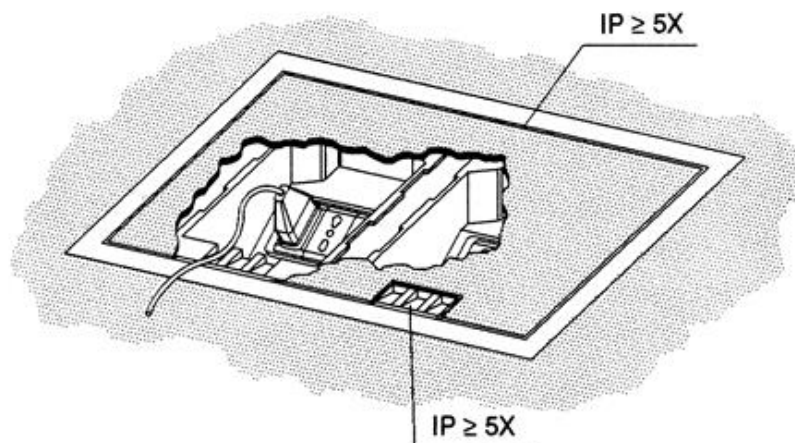
Sulle linee di alimentazione di tipo privilegiato è opportuno installare prese facilmente individuabili e non facilmente equivocabili con quelle ordinarie, ad esempio prese “shuko” per le linee privilegiate e tipo “bipasso” per gli altri.

### **Prese a scomparsa nel pavimento**



Le prese a scomparsa con asse di inserzione orizzontale (o prossimo all'orizzontale) devono avere grado di protezione:

- $IP4X$  sul contorno del coperchio
- $IP2X$  sull'entrata dei cavi

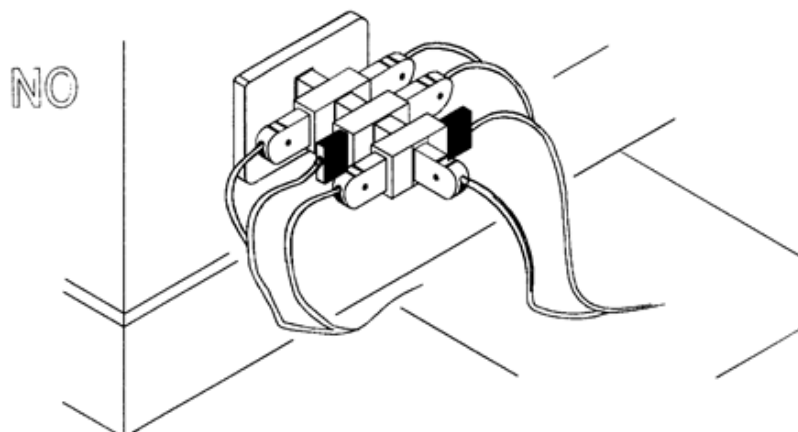


Le prese a scomparsa con asse di inserzione verticale (o prossimo al verticale) devono avere grado di protezione:

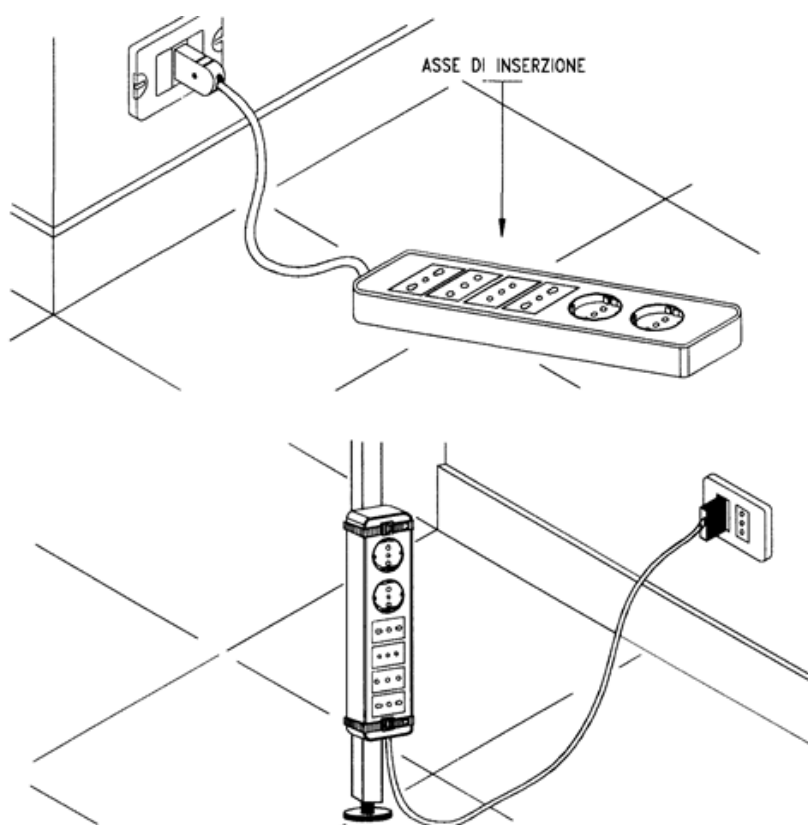
- $IP5X$  sul contorno del coperchio
- $IP5X$  sull'entrata dei cavi

### Spine multiple

E' vietato l'uso degli adattatori "spine triple"



E' ammesso l'uso di spine multiple "ciabatte" anche con asse di inserzione verticale.  
E' consigliabile, ma non obbligatorio, il fissaggio delle spine multiple.



## **7. COMPONENTI ELETTRICI (SERIE CIVILI) PER USO DOMESTICO E SIMILARE**

## **7.1 Serie civile componibile per installazione fissa per uso domestico e simile**

La serie componibile per installazione fissa per uso domestico e simile deve avere le seguenti caratteristiche:

### **Riferimenti normativi:**

- CEI EN 60669-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60669-2-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Parte 2-1: Prescrizioni particolari - Interruttori elettronici.
- CEI EN 60669-2-2: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Parte 2-2: Prescrizioni particolari - Interruttori con comando a distanza (RCS).
- CEI 23-50: Spine e prese per usi domestici e simili - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60670-1: Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI 23-74: Dimensioni delle scatole in materiale isolante, da incasso, per apparecchi elettrici per uso domestico e simile.
- CEI EN 50428: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Norma Collaterale - Apparecchi di comando non automatici e relativi accessori per uso in sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES).
- IEC 60669-2-5: Switches for household and similar fixed electrical installations - Part 2-5: Particular requirements - Switches and related accessories for use in home and building electronic systems (HBES).
- CEI EN 60898-1: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata.
- CEI EN 60278-4: Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, segnali sonori e servizi interattivi - Parte 4: Apparecchiature passive a larga banda per impianti di distribuzione con cavi coassiali.
- CEI EN 60603-7: Connettori per frequenze inferiori a 3 MHz per circuiti stampati - Parte 7: Specifica di dettaglio per connettori a 8 vie, comprendenti connettori fissi e liberi con caratteristiche di accoppiamento comuni, di qualità assicurata.
- CEI UNI EN 50194-1: Apparecchi elettrici per la rivelazione di gas combustibili in ambienti domestici Parte 1: Metodi di prova e requisiti di prestazione.
- CEI EN 50291-1: Apparecchi elettrici per la rivelazione di monossido di carbonio in ambienti domestici – parte 1: Metodi di prova e prescrizioni di prestazione.
- CEI UNI EN 50244: Apparecchi elettrici per la rivelazione di gas combustibili in ambienti domestici - Guida alla scelta, installazione, uso e manutenzione.

- UNI 11522:2014: Rivelatori di gas combustibili e monossido di carbonio per ambienti domestici e simili - Installazione e manutenzione.
- CEI 216-8: Rivelatori da incasso di gas combustibile per ambienti domestici. Metodi di prova e prescrizioni di prestazioni.
- CEI 23-95: Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente destinati ad essere incorporati o associabili a prese fisse (SRCBO).
- CEI 23-96: Prese interbloccate con dispositivo a corrente differenziale con sganciatori di sovracorrente per installazione fissa per uso domestico e similare (PID).
- CEI 23-97: Prese interbloccate con interruttori automatici magnetotermici per installazione fissa per uso domestico e similare (PIA).
- CEI EN 61558-2-5: Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione e simili Parte 2-5: Prescrizioni particolari per trasformatori per rasoi e unità di alimentazione per rasoi.
- CEI EN 62094-1: Indicatori luminosi per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 62080: Dispositivi di segnalazione sonora per usi domestici e simili.
- CEI EN 50131: Sistemi di allarme - Sistemi di allarme intrusione e rapina.
- CEI EN 60730: Dispositivi di controllo automatico per uso domestico e similare.
- CEI EN 61643-11: Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove.

#### **La serie deve:**

- comprendere apparecchi da un modulo e può comprendere apparecchi da ½, 2 o più moduli;
- consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi da un modulo nelle scatole rettangolari normalizzate secondo la CEI 23-74;
- permettere il fissaggio rapido degli apparecchi senza vite al proprio supporto e rimozione con attrezzo;
- permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti;
- consentire la compensazione dello spessore della tappezzeria di almeno 1 mm.

#### **Tipo di installazione:**

- ☒ da incasso
- ☒ da parete in apposito involucro

#### **GAMMA BASE**

Comando (CEI EN 60669-1 e CEI EN 60669-2-2 e CEI EN 60669-2-1): con possibilità di disporre di comandi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del D.P.R. 503 del 1996 e D.M. 236 del 1989. Interruttori uni e bipolari, deviatori, invertitori, con corrente nominale non inferiori a 10A; pulsanti, pulsanti a tirante con correnti nominali non inferiori a 2A; interruttori ad infrarosso passivo (IR).

## **Controllo (CEI EN 60669-2-1): Regolatori di intensità luminosa**

### **Prese di corrente (CEI 23-50):**

2P+T, 10A – Tipo P11

2P+T, 16A – Tipo P17, P17/11, P30, ecc.

### **Protezione contro le sovracorrenti (CEI EN 60898-1):**

interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6 A, 10 A, 16 A e potere di interruzione non inferiore a 1500 A.

### **Segnalazioni ottiche ed acustiche:**

spie luminose (CEI EN 62094-1)

suonerie, ronzatori (CEI EN 62080).

### **Prese di segnale per trasmissione dati:**

- ☒ RJ45
- ☐ \_\_\_\_\_

### **Prese Tv:**

- ☒ terrestre
- ☒ satellitare
- ☐ \_\_\_\_\_

### **Prese Telefoniche: RJ11- RJ12**

### **Corrente nominale comandi (interruttori, deviatori, invertitori):**

- ☐ In =10 A (CEI EN 60669-1/CEI EN 60669-2-2)
- ☒ In =10 A (CEI EN 60669-2-1)
- ☐ In =16 A (CEI EN 60669-1/CEI EN 60669-2-2)
- ☐ In =16 A (CEI EN 60669-2-1)

### **Apparecchi complementari:**

### **Comando (CEI EN 60669-1/CEI EN 60669-2-1/CEI EN 60669-2-2):**

- ☐ telecomando e ricevitore a IR
- ☐ con chiave
- ☐ commutatore 1-0-2
- ☐ commutatori a 2 o più posizioni
- ☐ a scheda
- ☐ a jack
- ☒ relè
- ☒ pulsanti
- ☐ \_\_\_\_\_

**Prese di corrente:**

- ☐ PIA (interbloccata con interruttore automatico magnetotermico CEI 23-97)
- ☐ PID (interbloccata con interruttore automatico magnetotermico differenziale CEI 23-96)
- ☐ USB con alimentatore
- ☒ per linee dedicate (CEI 23-50)
- ☐ per rasoio con trasformatore di isolamento (CEI EN 61558-2-5)
- ☐ con controllo elettronico
- ☐ \_\_\_\_\_

**SRCBO (interruttore automatico magnetotermico differenziale dipendente dalla tensione di rete CEI 23-95). L'interruttore deve essere installato a valle di un interruttore differenziale del tipo non dipendente dalla tensione di rete.**

- ☐ presente
- ☒ assente

**SPD (Limitatore di sovratensione) CEI EN 61643-11**

- ☒ presente
- ☐ assente

**Ricezione:**

- ☐ prese di segnale FM
- ☐ diffusione sonora
- ☐ \_\_\_\_\_

**Controllo:**

- ☐ temporizzatori
- ☐ programmatori
- ☒ termostati
- ☐ cronotermostati
- ☐ \_\_\_\_\_

**Sicurezza:**

- ☒ apparecchi di illuminazione di emergenza (CEI EN 60598-2-22)
- ☐ rivelatori presenza gas combustibili (CEI UNI EN 50194-1)(CEI 216-8)
- ☐ rivelatori presenza CO (monossido di carbonio) (CEI EN 50291-1)
- ☐ rivelatori presenza fumo
- ☐ rivelatori presenza acqua
- ☐ dispositivi per l'illuminazione di sicurezza
- ☐ \_\_\_\_\_

**Allarmi:**

- ☒ antintrusione (CEI EN 50131)

**Funzioni e applicazioni speciali:**

- ☐ lampada ricaricabile ad accensione automatica estraibile
- ☐ lampade segnapasso
- ☐ orologi
- ☐ filtri antidisturbo
- ☐ termometri
- ☐ registratori di messaggi
- ☐ componenti per sistemi BUS (CEI EN 50428, CEI EN 60669-2-5, vedi scheda CH 005)
- ☒ TV Circuito Chiuso
- ☐ \_\_\_\_\_

## 7.2 Scatole da incasso per apparecchi della serie civile – Novembre 2015

Le scatole da incasso per apparecchi della serie civile devono essere conformi alla Norma CEI EN 60670-1 ed avere le seguenti caratteristiche:

- ☒ Scatole dimensionalmente normalizzate in materiale isolante (Norma CEI 23-74)
  - ☒ Profondità:
    - ☐ 45 mm
    - ☒ 50 mm
  - ☒ Tipo:
    - ☒ 3 moduli
    - ☒ 4 moduli
    - ☐ rotonda  $\theta$  60mm
- ☐ Scatole speciali oltre 4 moduli
  - ☐ Profondità:
    - ☐ 45 mm
    - ☐ 50 mm
    - ☐ \_\_\_\_\_ mm

**Nota:** Le scatole dimensionalmente normalizzate permettono l'intercambiabilità delle varie serie civili.

## **8. CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO**

## **8.1 Verifica per la messa in servizio di un impianto elettrico**

Durante la realizzazione e in ogni caso prima di essere messo in servizio, ogni impianto deve essere verificato a vista e provato dall'installatore secondo la Norma CEI 64-8 parte 6 e le raccomandazioni riportate nella Guida CEI 64-14.

L'esame a vista (art. 61.2 della Norma 64-8) di un impianto elettrico consiste nell'accertare che i componenti elettrici siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme (questo può essere accertato dalla presenza di marchi o di certificazioni)
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della Norma 64-8 e con le istruzioni dei relativi costruttori
- non siano visibilmente danneggiati in modo tale da compromettere la sicurezza

Le prove (art.61.3 della Norma 64-8) su un impianto elettrico consistono nell'effettuazione di misure o altre operazioni atte ad accertare l'efficienza dello stesso.

La sopra citata Norma CEI prescrive, per quanto applicabili, le seguenti prove preferibilmente nell'ordine indicato:

- a) continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari
- b) resistenza di isolamento dell'impianto elettrico
- c) protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica
- d) resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti
- e) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- f) protezione addizionale
- g) prove di polarità
- h) prova dell'ordine delle fasi
- i) prove di funzionamento
- j) caduta di tensione

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova (e ogni altra prova precedente) che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

Le verifiche devono essere effettuate da persona esperta, competente in lavori di verifica.

A verifica completata deve essere redatto il seguente "Rapporto di verifica" che riporta il controllo di tutti i principali aspetti di buona tecnica previsti dalla Norma CEI 64-8.

## RAPPORTO DI VERIFICA

I dati di verifica sottostanti, per brevità si riferiscono ai servizi principali:

**Si attesta che sono state eseguite sull'impianto elettrico le verifiche contrassegnate nella colonna "verifiche eseguite" con esito positivo.**

N°.	Voci delle verifiche	Eseguita
1	L'impianto eseguito è conforme alla documentazione tecnica allegata	<input type="checkbox"/>
2	I componenti sono conformi alle prescrizioni di sicurezza in quanto muniti di marcatura CE ove richiesta. Inoltre possono essere muniti di: a) marchi di conformità alle Norme (Marchio IMQ o altri marchi della EU ), oppure ; b) certificati di conformità rilasciati da enti riconosciuti (per l'Italia IMQ, CESI) oppure; c ) dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore	<input type="checkbox"/>
3	I componenti hanno caratteristiche adeguate all'ambiente per costruzione e/o installazione	<input type="checkbox"/>
4	Le protezioni contro i contatti diretti ed indiretti sono adeguate (tenuto conto anche dei punti 28, 29, 30, 31)	<input type="checkbox"/>
5	Gli impianti elettrici alimentati a tensione superiore a 1000 V in c.a. (cabine MT/BT) sono conformi alle prescrizioni della Norma CEI 11-1 (sino al 2013) e alla Norma CEI EN 61936-1 e alla relativa norma per gli impianti di terra CEI EN 50522	<input type="checkbox"/>
6	I conduttori sono stati scelti e posati in modo da assicurare le portate e cadute di tensione previste	<input type="checkbox"/>
7	Le protezioni delle condutture contro i sovraccarichi sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI	<input type="checkbox"/>
8	Le protezioni delle condutture contro i cortocircuiti sono conformi alle prescrizioni delle norme CEI	<input type="checkbox"/>
9	Il sezionamento dei circuiti è conforme alle prescrizioni delle norme CEI	<input type="checkbox"/>
10	Gli interruttori di comando unipolari sono inseriti sul conduttore di fase	<input type="checkbox"/>
11	Il comando, l'interruzione e/o l'arresto di emergenza è stato previsto dove necessario	<input type="checkbox"/>
12	I conduttori hanno tensione nominale d'isolamento adeguate	<input type="checkbox"/>
13	I conduttori hanno le sezioni minime $\geq 1,5 \text{ mm}^2$ per uso generale e $\geq 0,5 \text{ mm}^2$ per segnalazione	<input type="checkbox"/>
14	I colori e/o le marcature per l'identificazione dei conduttori sono rispettati	<input type="checkbox"/>
15	Le canalizzazioni hanno dimensioni adeguate	<input type="checkbox"/>
16	Le connessioni dei conduttori sono adeguate	<input type="checkbox"/>
17	L'impianto elettrico nei locali da bagno e docce è conforme alle prescrizioni della Norma CEI 64-8/parte 7/sez. 701	<input type="checkbox"/>

18	Le dimensioni minime dei dispersori, dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali (principali e supplementari) sono conformi alle prescrizioni delle Norme CEI	<input type="checkbox"/>
19	I(il) nodi(o) collettori(e) di terra sono(è) accessibili(e)	<input type="checkbox"/>
29	Il conduttore di protezione è stato predisposto per tutte le masse, masse estranee, in tutte le prese a spina, punti luce ed utilizzatori fissi	<input type="checkbox"/>
21	Le quote di installazione delle apparecchiature in relazione alle disposizioni di Legge sulle Barriere Architettoniche sono rispettate	<input type="checkbox"/>
22	La predisposizione delle tubazioni telefoniche risponde alle norme CEI 64-8	<input type="checkbox"/>
23	L'impianto elettrico della centrale termica risponde alle prescrizioni delle Norme CEI	<input type="checkbox"/>
24	L'impianto elettrico dell'autorimessa risponde alle prescrizioni delle Norme CEI	<input type="checkbox"/>
25	L'impianto di protezione contro i fulmini risponde rispondente alle Norme della serie 81-10	<input type="checkbox"/>
26	L'impianto di antenna TV risponde alle Norme della serie EN 50083	<input type="checkbox"/>
27	Le barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco sono conformi alle Norme CEI/UNI	<input type="checkbox"/>
28	È stato verificato il coordinamento delle protezioni come previsto per il sistema TN ( $I_a \leq U_0/Z_g$ ), se applicabile.	<input type="checkbox"/>
29	La prova della continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari ha avuto esito favorevole	<input type="checkbox"/>
30	La resistenza dell'impianto di terra, nelle ordinarie condizioni di funzionamento, è di _____ $\Omega$	<input type="checkbox"/>
31	La prova dell'efficienza delle protezioni differenziali ha avuto esito favorevole	<input type="checkbox"/>
32	La minima resistenza d'isolamento tra conduttori attivi e tra conduttori attivi e terra è superiore ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8	<input type="checkbox"/>
33	La verifica della separazione tra circuiti SELV e PELV e circuiti a tensione ordinaria è conforme alle prescrizioni della Norma CEI	<input type="checkbox"/>
34	L'illuminamento medio in tutti gli ambienti è risultato conforme al progetto	<input type="checkbox"/>
35	Tutti i componenti sono stati sottoposti ad una prova di funzionamento ed è stata verificata la regolare installazione e regolazione.	<input type="checkbox"/>
36	Tutti gli impianti di sicurezza e riserva sono stati provati con esito favorevole.	<input type="checkbox"/>
37	L'impianto di chiamata, segnalazione e comunicazione è stato provato con esito favorevole.	<input type="checkbox"/>
38	I sistemi di protezione contro i contatti indiretti senza interruzione automatica dei circuiti (eventuali) sono conformi alle prescrizioni della Norma CEI 64-8	<input type="checkbox"/>

**Nota:** Nel caso di impianti per ambienti ed applicazioni particolari possono essere necessarie verifiche aggiuntive secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8.

Firmato da:

**Installatore o titolare della società installatrice**

\_\_\_\_\_

**Responsabile tecnico della società installatrice**

\_\_\_\_\_

## 8.2 Collaudo

Per i collaudi dei macchinari, dei quadri, ecc., per i quali le norme CEI richiedono l'esecuzione di prove presso l'officina del costruttore, l'Impiantista dovrà esibire al committente, prima dell'installazione degli equipaggiamenti, il relativo certificato di prova. Durante e dopo l'esecuzione dei lavori dovranno essere eseguite verifiche sugli impianti:

- Verifica qualitativa e quantitativa del materiale costituente la fornitura e controllo della corrispondenza alle prescrizioni contrattuali
- Verifica della corrispondenza di fasi e colorazioni
- Accertamento della rispondenza alle norme CEI sugli impianti elettrici
- Verifica del tipo, del dimensionamento e delle marchiature previste per i componenti, in relazione alle condizioni di posa ed ai carichi degli utilizzatori
- Verifica della sfilabilità dei cavi
- Verifica del dimensionamento dei tubi protettivi in riferimento al numero ed alla sezione dei cavi installati
- Misura della resistenza di isolamento
- Verifica delle protezioni contro le sovracorrenti
- Verifica delle protezioni contro i contatti diretti
- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti
- Misura della resistenza di terra

La procedura di accettazione dei lavori da parte del Committente comprende le seguenti fasi:

- **Accettazione Provvisoria:** da effettuarsi entro 30 giorni dalla data del verbale di ultimazione lavori.
  - In caso di risultato positivo la Committente dovrà avere la facoltà di uso delle opere.
  - In caso negativo l'Assuntore dovrà eliminare i difetti riscontrati.
  - Ad eliminazione effettuata si provvederà ad altra accettazione provvisoria.
- **Accettazione Definitiva:** da effettuarsi entro 12 mesi dalla data del verbale di ultimazione lavori.
  - In caso di osservazioni da parte della Committente, l'Assuntore dovrà provvedere agli interventi di adeguamento necessari richiesti.
  - Ad esecuzione degli interventi effettuati si dovrà provvedere ad un nuovo collaudo che in caso di esito positivo comporterà l'accettazione dei lavori. L'Assuntore dovrà provvedere a tutto quanto necessario per i collaudi in termini di strumenti di misura, manodopera e assistenza.

Le modalità di esecuzione dei collaudi degli impianti elettrici dovranno essere quelle previste dalle seguenti Norme CEI:

- CEI 64-14 "Guida alle Verifiche degli Impianti Elettrici Utilizzatori".
- CEI 11-1 "Impianti Elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".

I collaudi dei Quadri Elettrici con riferimento alle Norme CEI:

- CEI 17.6 “Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensione da 1 a 52 KV”.
- CEI EN 61439/1 E CEI EN 61432/2 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT)”.
- CEI 17.21 “Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”.

Dovranno essere eseguite dal Costruttore e/o da Laboratorio di Misure alla presenza della Committente. L'Assuntore dovrà comunicare alla Committente, con congruo anticipo, la data dei collaudi dei Quadri Elettrici.

#### **ART. A8: COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI E GARANZIA**

Sono a carico della ditta assuntrice tutte le spese inerenti al collaudo di tutti gli impianti. Per questi ultimi la ditta metterà a disposizione della Direzione Lavori sia il personale, che le apparecchiature e strumentazioni occorrenti.

Resta stabilito che gli impianti si intendono completi, funzionanti, eseguiti a regola d'arte e controllabili in ogni loro parte. Tutte le opere ritenute non conformi alle prescrizioni inoltrate, saranno smantellate e rifatte a cura e spese dell'Impresa aggiudicatrice.

La ditta esecutrice dell'impianto elettrico si impegna a offrire e garantire l'assistenza tecnica gratuita della durata di mesi dodici, intesa come sostituzione di eventuali apparecchiature e/o parti di apparecchiature e/o parti di impianto difettose, nonché la relativa mano d'opera e spese di trasporto. Si escludono dalla garanzia guasti a seguito di manomissioni, dolo, devastazioni, fulmini, inondazioni e terremoti.

Il Committente ha la facoltà di richiedere, anche durante il corso del lavoro, l'allontanamento e la sostituzione, a spese dell'Assuntore, dei materiali e manufatti che risultino a suo giudizio non rispondenti alle prescrizioni contrattuali o che fossero danneggiati durante il trasporto e l'immagazzinamento. Resta comunque impregiudicato il diritto del Committente di formulare la relativa accettazione successivamente in sede di collaudo.

In sede di collaudo provvisorio il Committente provvederà alla constatazione che le opere, gli impianti e le forniture presentino i requisiti prescritti in contratto.

L'assuntore è tenuto ad eseguire immediatamente a sue spese smontaggi, rifacimenti, riparazioni, sostituzioni e quegli altri lavori che a seguito delle operazioni di collaudo saranno risultati necessari. In sede di collaudo definitivo si accerterà se l'Assuntore abbia provveduto ad eseguire detti lavori.

Il Committente si riserva il diritto di utilizzare gli impianti, anche se l'esito del collaudo provvisorio è sfavorevole, rilasciando all'Assuntore, su richiesta dello stesso, un documento di presa di consegna.

Il collaudo definitivo sarà dichiarato favorevole se l'Assuntore avrà ottemperato alle prescrizioni contrattuali ed alle disposizioni impartitegli in sede di collaudo provvisorio e gli impianti produrranno le prestazioni funzionali e di rendimento indicate o richieste nel progetto.

In nessun caso le divergenze con il committente daranno diritto all'assuntore di rifiutarsi ad ottemperare alle disposizioni impartite dal Committente né potranno impedire che il Committente usufruisca dell'oggetto del contratto.

Ad impianto ultimato si dovrà provvedere alle seguenti verifiche:

- rispondenza degli impianti alle prescrizioni dei VV.F.
- rispondenza alle prescrizioni particolari inserite nella descrizione tecnica ed in particolare modo alle Norme UNI 9795
- rispondenza dell'impianto alla legge n.186 del 1/3/1968 (Norme C.E.I.)
- rispondenza dell'impianto al D.L. 626/94 e modifiche seguenti

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la D.L. ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, indicate nelle specifiche allegate, in modo che esse risultino soddisfatte prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

**Di seguito sono elencate le principali verifiche che dovranno essere eseguite sugli impianti.**

**Esame a vista**

Dovrà essere eseguita una ispezione visiva per accertare che gli impianti siano stati realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, e delle norme particolari riferite all'impianto in oggetto.

I controlli a vista dovranno comprendere la verifica della corretta installazione e rispondenza funzionale dei dispositivi (ad esempio, il controllo delle protezioni volumetriche con misura dell'area protetta), la verifica della classe di protezione che deve risultare adeguata alle condizioni di installazione (ambienti umidi, esterno, ecc.), l'identificazione dei conduttori, ecc.

**Collaudi**

Prima della consegna degli impianti alla Committente ed alla presenza del personale della stessa, dovrà essere effettuato un collaudo.

Tale collaudo dovrà accertare, mediante ricognizione e prove di funzionamento, che i vari componenti non presentino difetti manifesti e che l'impianto sia in grado di assicurare tutte le funzioni previste e richieste.

### **Documentazione dell'impianto**

In occasione del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente il complesso di documenti definitivi delle opere eseguite, come di seguito indicati:

- una copia dei disegni degli impianti “As Built” in formato cartaceo e una copia su supporto magnetico
- una documentazione completa degli impianti installati, contenente:
  - schemi funzionali ed identificazione delle apparecchiature con riferimento alle loro targhette;
  - manuali d'uso;
  - elenco delle parti di ricambio fornite in dotazione (se fornite);
  - operazioni di manutenzione programmata consigliate.

La documentazione di cui sopra sarà raccolta in cartelle rilegate e munite di indici ed elenchi numerati per una rapida ed agevole consultazione.

### **Corsi di istruzione**

Dopo il completamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione tecnici competenti, per un periodo sufficiente da concordare con la D.L., durante il quale i tecnici operatori della Committente saranno istruiti in merito al funzionamento ed alla manutenzione degli impianti installati.

## **8.3 Obblighi ed oneri generali e speciali**

### **Opere accessorie e provvisionali**

Salvo differenti indicazioni espresse nel Capitolato speciale d'appalto, debbono intendersi per opere provvisionali comprese nell'appalto, tutte le opere accessorie direttamente connesse all'esecuzione degli impianti, come ad esempio: apertura e chiusura di tracce, fori passanti nei muri e nei pavimenti, muratura di grappe, sostegni e simili, ecc., mentre sono escluse dall'appalto le opere murarie e di specializzazione edile, nonché quelle altre opere di rifinitura in genere, conseguenti ad impianti ultimati, come: ripresa di intonaci, di tinte, ecc. e tutto ciò che non fa parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice.

Le prestazioni di ponti e di sostegni di servizio e di ogni altra opera provvisoria occorrente per l'esecuzione degli impianti, devono far carico alla ditta appaltatrice, salvo il caso che per la contemporanea esecuzione delle opere edilizie, le anzidette opere provvisorie già esistano in loco, nel qual caso la ditta appaltatrice potrà fruirne. Il Capitolato speciale d'appalto darà precisazioni al riguardo.

### **Espropri, servitù, permessi, danni a terzi**

Sono a carico dell'Appaltante gli espropri, le servitù, i permessi, mentre restano a carico della ditta appaltatrice i danni dovuti ad inesperienza o negligenza propria o del proprio personale, o ad impropria modalità di esecuzione dei lavori.

### **Danni di forza maggiore**

Nei casi nei quali il Capitolato speciale d'appalto non escluda ogni compenso per danni cagionati da forza maggiore, o quando in esso capitolato non si stabiliscano termini maggiori, questi danni devono essere denunciati immediatamente ed in nessun caso, sotto pena di decadenza, oltre i cinque giorni da quello dell'avvenimento.

Il compenso per quanto riguarda i danni alle opere, é limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione valutati ai prezzi ed alle condizioni di contratto.

Nessun compenso é dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa della ditta appaltatrice o delle persone delle quali essa é tenuta a rispondere.

Frattanto, la ditta appaltatrice non può, sotto alcun pretesto, sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti, a norma dell'art. 348 della legge sui lavori pubblici.

### **Lavori provvisori**

Saranno pagati a parte, gli eventuali lavori provvisori (come ad esempio: allacciamenti ed installazioni temporanee), ordinati di volta in volta per iscritto dalla Direzione dei lavori, salvo il caso che non sia previsto un compenso a corpo.

### **Magazzini**

Per le opere da eseguire, l'Appaltante metterà a disposizione della ditta appaltatrice i necessari locali, ove esistano, per il deposito dei materiali.

La ditta appaltatrice é tenuta a spostare il magazzino entro il termine assegnato, qualora i locali dovessero essere resi liberi.

### **Disciplina nel cantiere**

La ditta appaltatrice é tenuta ad osservare ed a far osservare al proprio personale la disciplina comune a tutte le maestranze del cantiere. Essa é obbligata ad allontanare quei suoi dipendenti che al riguardo non fossero bene accettati all'Appaltante, nei termini previsti dall'art. 15 del vigente Capitolato generale di appalto.

### **Sorveglianza**

Nel caso di impianti in fabbricati in costruzione, la sorveglianza dei magazzini messi a disposizione della ditta appaltatrice rientra nella guardiania generale del cantiere.

Per la sorveglianza dei materiali già in opera, l'Appaltante, a richiesta della ditta appaltatrice, disporrà affinché questa possa direttamente provvedervi.

### **Divieto di cessione di contratto**

E' vietato alla ditta appaltatrice di cedere o subappaltare in tutto od in parte l'opera appaltata; potrà solo affidare, previo consenso dell'Appaltante, l'esecuzione di parziali lavori a ditte specializzate, rimanendo però sempre essa responsabile verso l'Amministrazione stessa.

### **Domicilio della ditta appaltatrice**

La ditta appaltatrice ha l'obbligo di comunicare durante il corso del contratto, le variazioni eventuali del proprio domicilio legale.

### **ONERI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE**

Oltre a tutte le spese obbligatorie e prescritte dagli artt. 16 e 17 e 18 del Capitolato Generale del Ministero dei LL.PP. ed a quanto specificato nel presente Capitolato, sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri qui appresso indicati che si intendono compensati nei prezzi dei lavori a misura di cui al precedente art. 2 e ad elenco prezzi:

- a) tutte le spese di contratto come spese di registrazione del contratto, diritti e spese contrattuali, contributi a favore della Cassa per gli Ingegneri ed Architetti, ed ogni altra imposta inerente ai lavori, ivi compreso il pagamento dei diritti dell'U.T.C., se ed in quanto dovuti a sensi dei Regolamenti comunali vigenti;
- b) le spese per l'adozione di tutti i provvedimenti e di tutte le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità agli operai, alle persone addette ai lavori ed ai terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni responsabilità ricadrà, pertanto, sull'Appaltatore, con pieno sollievo tanto dell'Appaltante quanto del personale da essa preposto alla direzione e sorveglianza;
- c) le spese per l'installazione ed il mantenimento in perfetto stato di agibilità e di nettezza di locali o baracche ad uso ufficio per il personale dell'Appaltante, sia nel cantiere che nel sito dei lavori secondo quanto sarà indicato all'atto dell'esecuzione. Detti locali dovranno avere una superficie idonea al fine per cui sono destinati con un arredo adeguato;
- d) le spese occorrenti per mantenere e rendere sicuro il transito ed effettuare le segnalazioni di legge, sia diurne che notturne, sulle strade in qualsiasi modo interessate dai lavori;

- e) il risarcimento dei danni di ogni genere o il pagamento di indennità a quei proprietari i cui immobili, non espropriati dall'Appaltante, fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori;
- f) le occupazioni temporanee per formazione di cantieri, baracche per alloggio di operai ed in genere per tutti gli usi occorrenti all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori appaltati. A richiesta, dette occupazioni, purché riconosciute necessarie, potranno essere eseguite direttamente dall'Appaltante, ma le relative spese saranno a carico dell'Appaltatore;
- g) le spese per esperienze, assaggi e prelevamento, preparazione ed invio di campioni di materiali da costruzione forniti dall'Appaltatore agli Istituti autorizzati di prova indicati dall'Appaltante, nonché il pagamento delle relative spese e tasse con il carico della osservanza sia delle vigenti disposizioni regolamentari per le prove dei materiali da costruzione in genere, sia di quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori e così anche durante le operazioni di collaudo dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'ufficio della Direzione dei lavori o nel cantiere, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore nei modi può adatti a garantire la autenticità;
- h) le spese per l'esecuzione ed esercizio delle opere ed impianti provvisori, qualunque sia l'entità, che si rendessero necessari sia per deviare le correnti d'acqua e proteggere da essa gli scavi, le murature e le altre opere da eseguire, sia per provvedere agli esaurimenti delle acque stesse, provenienti da infiltrazioni dagli allacciamenti nuovi o già esistenti o da cause esterne, il tutto sotto la propria responsabilità;
- i) l'onere per custodire e conservare qualsiasi materiale di proprietà dell'Appaltante, in attesa della posa in opera e quindi, ultimati i lavori, l'onere di trasportare i materiali residuati nei magazzini o nei depositi che saranno indicati dalla Direzione dei lavori;
- j) le spese per concessioni governative e specialmente quelle di licenze per la provvista e l'uso delle materie esplosive, come pure quelle occorrenti per la conservazione, il deposito e la custodia delle medesime e per gli allacciamenti idrici ed elettrici;
- k) la fornitura, dal giorno della consegna dei lavori, sino a lavoro ultimato, di strumenti topografici, personale e mezzi d'opera per tracciamenti, rilievi, misurazioni e verifiche di ogni genere. Tali progetti (disegni e calcoli) saranno consegnati alla Direzione dei lavori in n. 3 copie, unitamente ad un lucido di tutti gli elaborati.
- l) Qualora l'Appaltante fornisse, per determinate opere d'arte o parte di esse, il progetto completo di calcoli statici, la verifica di detti calcoli dovrà essere eseguita dall'Appaltatore. L'Appaltatore perciò dovrà dichiarare, per iscritto prima dell'inizio dei relativi lavori e provviste, di aver preso conoscenza del progetto, averne controllato i calcoli statici a mezzo di ingegnere di sua fiducia (qualora l'Appaltatore stesso non rivesta tale qualità) concordando nei risultati finali e di riconoscere quindi il progetto perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera;
- m) la custodia e la manutenzione di tutte le opere eseguite, in dipendenza dell'appalto, fino alla data di approvazione del certificato di collaudo definitivo. Tale manutenzione comprende tutti i lavori di riparazione dei danni che si verificassero alle opere eseguite e quanto occorre per dare all'atto del collaudo le opere stesse in perfetto stato, rimanendo esclusi solamente i danni prodotti da forza maggiore e sempre che l'Appaltatore ne faccia regolare denuncia;

- n) la spesa per la raccolta periodica delle fotografie relative alle opere appaltate, durante la loro costruzione e ad ultimazione avvenuta, che saranno volta per volta richieste dalla Direzione dei lavori. Le fotografie saranno del formato 18x24 e di ciascuna di esse saranno consegnate tre copie in carta al bromuro, unitamente alla negativa. Sul tergo delle copie dovrà essere posta la denominazione dell'opera e la data del rilievo fotografico;
- o) la fornitura all'Ufficio tecnico comunale, entro i termini prefissi dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera, notizie che dovranno pervenire in copia anche alla Direzione dei lavori.
- p) In particolare si precisa che l'Appaltatore ha l'obbligo di comunicare mensilmente al Direttore dei lavori il proprio calcolo dell'importo netto dei lavori eseguiti nel mese, nonché il numero delle giornate-operaio impiegate nello stesso periodo. Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere dall'Appaltatore la comunicazione scritta di tali dati entro il 25 di ogni mese successivo a quello cui si riferiscono i dati. La mancata ottemperanza dell'Appaltatore alle precedenti disposizioni sarà considerata grave inadempienza contrattuale;
- q) oltre quanto prescritto al precedente comma g) relativamente alle prove dei materiali da costruzione, saranno sottoposti alle prescritte prove, nell'officina di provenienza, anche le tubazioni, i pezzi speciali e gli apparecchi che l'Appaltatore fornirà. A tali prove presenzieranno i rappresentanti dell'Appaltante e l'Appaltatore sarà tenuto a rimborsare all'Appaltante le spese all'uopo sostenute.

Quando l'Appaltatore non adempia a tutti questi obblighi, L'Appaltante sarà in diritto - previo avviso dato per iscritto, e restando questo senza effetto, entro il termine fissato nella notifica - di provvedere direttamente alla spesa necessaria, disponendo il dovuto pagamento a carico dell'Appaltatore. In caso di rifiuto o di ritardo di tali pagamenti da parte dell'Appaltatore, essi saranno fatti d'ufficio e l'Appaltante si rimborserà della spesa sostenuta sul prossimo acconto.

Sarà applicata una penale pari al 10% sull'importo dei pagamenti derivati dal mancato rispetto degli obblighi sopra descritti nel caso che ai pagamenti stessi debba provvedere l'Appaltante.

Tale penale sarà ridotta del 5% qualora l'Appaltatore ottemperi all'ordine di pagamento entro il termine fissato nell'atto di notifica.

#### **ONERI A CARICO DELL'ASSUNTORE**

E' a carico dell'Assuntore la fornitura in opera di tutti i manufatti necessari per l'esecuzione degli impianti e gli oneri generali connessi, descritti o meno nel presente capitolato.

### **OPERE A CARICO DELL'INSTALLATORE**

L'installatore dovrà garantire che l'impianto sia eseguito a regola d'arte utilizzando materiali idonei (certificati, ovunque possibile, dal marchio di qualità IMQ) e verificare l'efficienza delle parti di impianto eventualmente già esistenti.

Sono a totale carico dell'installatore, sia sotto l'aspetto economico che per quanto riguarda la responsabilità:

- gli oneri di trasferta, trasporto, ecc. di tutto il personale addetto al montaggio, alle prove e ai collaudi, compresa la garanzia;
- il trasporto in cantiere dei materiali;
- lo scarico da automezzo e tiro in opera delle apparecchiature e dei mezzi d'opera;
- l'immagazzinamento in aree da definirsi e la relativa guardiania;
- le opere provvisorie (trabattelli, ponteggi fissi ecc.) necessarie alla posa dei materiali;
- la "pulizia fine" successiva al completamento dei lavori nelle varie zone, onde consentire l'esecuzione delle opere di finitura;
- la pulizia finale con allontanamento di tutti i materiali di risulta;
- il montaggio ed il collegamento in opera delle apparecchiature;
- l'avviamento, la taratura, l'assistenza al collaudo ed il coordinamento di tutti gli interventi in garanzia sino all'esito favorevole del collaudo provvisorio e definitivo;
- l'istruzione del personale del Committente necessario per la manutenzione dell'impianto;
- la fornitura e posa delle targhette;
- l'assistenza ai collaudi degli enti preposti;
- la demolizione ed il rifacimento delle opere che a giudizio della D.L. non risultassero eseguite a perfetta regola d'arte o non conformi al progetto;
- il fissaggio di staffaggi per tubazioni, canali ed apparecchiature.
- fornitura ed installazione degli impianti, dei materiali e delle apparecchiature. In particolare l'appaltatore dovrà essere responsabile dell'esecuzione dei lavori di sua competenza;
- fornitura ed installazione di tutto quanto occorrente per rendere l'impianto perfettamente funzionante, anche se non espressamente citato nella presente relazione di progetto;
- fornitura della documentazione tecnica: disegni di montaggio e cataloghi;
- definizione dell'interferenza dell'impianto elettrico ed eventuale coordinamento con altri impianti presenti nello stabile e con le opere murarie;
- prove di materiali, apparecchiature e componenti degli impianti quando ciò sia richiesto dalla Direzione Lavori in caso di insufficiente documentazione del costruttore o del fornitore;

- campionatura, su richiesta della Direzione Lavori;
- oneri relativi alla consegna dell'impianto;
- pulizia dei locali e smaltimento dei materiali di risulta;
- disegni esecutivi relativi all'impianto realizzato;
- verifiche preliminari;
- **dichiarazione di conformità:** al termine dei lavori la Società Installatrice dovrà rilasciare la “Dichiarazione di Conformità” dell'impianto, attestante che i lavori sono stati eseguiti sulla base del progetto e in osservanza alle vigenti norme e leggi.
- Si ricorda inoltre che ogni qualvolta dovessero essere realizzate modifiche sull'impianto elettrico oppure interventi di manutenzione straordinaria, dovrà essere rilasciata la “Dichiarazione di Conformità” dei lavori eseguiti, accompagnata dall'aggiornamento del Progetto.

### **ONERI A CARICO DEL COMMITTENTE**

Sono a carico del Committente i seguenti oneri:

- l'imposta di registro del contratto di appalto e spese relative;
- l'imposta sul valore aggiunto e l'imposta di bollo eventualmente dovuta sui pagamenti;
- le pratiche, spese, tasse e depositi relative alle pratiche igienico - edilizie, per la licenza di agibilità o abitabilità, per la visita dei Vigili del Fuoco e delle altre autorità competenti, da effettuarsi per l'utilizzazione definitiva dei fabbricati;
- le pratiche, spese, tasse, depositi e contributi dovuti ai vari Enti per dotare i fabbricati delle utenze definitive di energia elettrica, acqua potabile, gas, telefono, ecc.;
- le competenze professionali inerenti la progettazione, la direzione lavori ed il collaudo delle opere appaltate.

## **9. APPARECCHIATURE E IMPIANTI AUSILIARI**

## 9.1 Interruttori crepuscolari – Novembre 2015

Gli interruttori crepuscolari devono avere le seguenti caratteristiche:

### Riferimenti normativi:

- CEI EN 60669-2-1

**Grado di protezione almeno IP 44 per le parti destinate all'installazione all'esterno.**

### Corrente nominale:

16 A

**Tensione nominale del circuito di potenza: 250 V c.a.**

### Soglia di intervento 1 ÷ 50 lx:

- ☒ regolabile
- ☐ fissa \_\_\_\_\_ lx

### Installazione:

- ☐ a parete o su staffa orientabile per le parti destinate ad installazione all'esterno
- ☐ serie civile componibile
- ☒ montaggio a scatto su profilato modulo DIN

### Tensione nominale del circuito di comando:

- ☒ 230 V c.a.
- ☐ 24 V c.a.
- ☐ 24 V c.c.
- ☐ \_\_\_\_\_ V

## **9.2 Impianto telefonico**

Per questo impianto si deve, anche in sede di progettazione, prendere accordi con il gestore della rete telefonica per avere gli opportuni elementi necessari alla realizzazione dell'impianto.

A seconda dell'entità dello sviluppo di questo impianto si deve predisporre un'adeguata rete di condutture e/o tubazioni che deve comunque considerare eventuali futuri servizi.

### **Riferimenti normativi e legislativi:**

- CEI 64-50.
- CEI 103-1.
- Guida CEI 306/2 ai cablaggi per impianti telefonici interni.
- Atti di concessione del gestore della rete telefonica.
- Legge 28-3-91 n° 109.
- DM 314/92 di attuazione della legge 28 marzo 1991, n° 109, in materia di allacciamenti e collaudi degli impianti telefonici interni.

### **Raccordo alla rete telefonica esterna:**

Occorre prendere tempestivi contatti con il gestore della rete telefonica prima di realizzare il raccordo della struttura alla rete telefonica esterna, con tubazione in materiale plastico di adeguato spessore e diametro  $\geq 125$  mm, per il passaggio del cavo telefonico.

Il terminale della rete telefonica esterna è posto, di solito, in un armadietto unificato ad incasso con sportello a serratura fornito dal gestore.

## **CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI UN IMPIANTO TELEFONICO**

Rete di tubazioni, cassette e cavi telefonici con percorsi orizzontali e verticali, completamente separati da qualsiasi altro impianto di distribuzione d'energia.

Connettori RJ, ubicati nei punti indicati nelle planimetrie allegate.

Le scatole telefoniche (punti telefonici) devono essere incassate ad una altezza non inferiore a 0,175 m dal pavimento.

Per i telefoni a parete, installare l'apparecchio ad una altezza di circa 1,2 m per ottemperare alle disposizioni relative all'abbattimento delle barriere architettoniche (Legge 9/1/89 n° 13 e D.M. 14/6/89 n° 236).

### 9.3 Impianto di segnalazione per antintrusione

#### Riferimenti normativi:

- CEI 79-3.
- EN50131-1.
- TS50131-7.

Nella progettazione e nella realizzazione dell'impianto di segnalazione per antintrusione devono essere tenuti presenti i livelli di rischio dei vari ambienti in funzione dei beni e/o persone da proteggere, al fine di poter individuare tra i "Livelli di prestazione" previsti nella norma CEI 79-3 quello più adatto.

Si precisa che un determinato livello di prestazione dell'impianto può essere raggiunto anche tramite l'impiego di componenti di livello diverso (purché minimo di I° livello), opportunamente integrati come da norma.

Potrà in particolare essere considerata l'interazione con altri sistemi: TV circuito chiuso, controllo accessi, diffusione sonora, rilevazione presenze, incendio, fughe gas, allagamento, richiesta aiuto, quando questi sono presenti, in modo da pervenire ad una integrazione funzionale.

L'impostazione progettuale di un impianto di segnalazione per antintrusione prevede le seguenti fasi di sviluppo legate alla determinazione:

- del luogo e delle zone da proteggere
- del livello di prestazione dell'impianto
- dell'ubicazione, del numero, del tipo e del livello:
  - a) dei rivelatori
  - b) della centrale
  - c) degli organi di comando
  - d) degli inviati di messaggio
  - e) dei dispositivi di allarme locale
- la determinazione dei requisiti delle interconnessioni

#### Protezione di un edificio

Vengono differenziate due tipologie con caratteristiche di sicurezza diverse:

#### UNITÀ ABITATIVA NON ISOLATA

(per Unità abitativa non isolata si intende unità facente parte di fabbricato destinato ad abitazioni tra di loro contigue, soprastanti o sottostanti, ma non intercomunicanti, ciascuna con proprio accesso dall'interno, ma con accesso comune dall'esterno del fabbricato).

#### Determinazione dell'ubicazione, del numero, del tipo e del livello:

**Si devono proteggere tutti gli accessi praticabili con rivelatori di apertura**, (per accessi praticabili si intendono: tutte le aperture dell'edificio (luci) verso l'esterno dei locali situate in verticale a meno di 4 m dal suolo o da superfici acquee, nonché da ripiani accessibili e praticabili per via ordinaria dall'esterno senza l'impiego cioè di mezzi artificiosi o particolare agilità personale).

### **Rivelatori**

La sicurezza ottenibile per un luogo da proteggere da tentativi di intrusione è correlata al numero di barriere funzionalmente concentriche che risulta possibile realizzare, qualsiasi sia la sua struttura fisica.

Tali barriere sono costituite praticamente da opportuni mezzi fisici (pareti, porte, cancelli ecc.) controllati da un certo numero di rivelatori di un certo tipo, in funzione della porzione affidata alla loro sorveglianza.

I fattori da tenere presente nella scelta dei rivelatori sono:

- il tipo dei rivelatori (puntuali, lineari, superficiali, volumetrici) ed il loro livello di prestazione
- il loro numero e posizione, dai quali dipende l'eliminazione totale o parziale di eventuali spazi o varchi non protetti

### **Centrale**

La centrale va posta in zona protetta.

Essa deve essere dimensionata per poter dare immediata identificazione delle zone interessate dalla causa di allarme.

### **Organi di comando**

Gli organi di comando devono essere, compatibilmente con le esigenze operative, posti in zone protette da sensori ritardati.

### **Inviatori di messaggi**

Gli inviatori di messaggi di allarme devono essere protetti dall'impianto 24 ore su 24.

In caso di assenza di dispositivi di allarme acustici e luminosi nell'impianto, essi sono obbligatori.

### **Dispositivi di allarme acustici e luminosi**

I dispositivi di allarme acustici e luminosi devono essere posti in posizioni difficilmente raggiungibili e fissati in modo da poter resistere il più a lungo possibile all'attacco.

Nei dispositivi esterni sono raccomandabili tutte le protezioni antimanomissione quali: antiapertura, antistacco, antischiama e antiperforazione.

Il numero dei dispositivi di allarme è determinato dall'effetto deterrente che si vuole ottenere.

In caso di assenza di inviatori di messaggi è obbligatoria l'installazione di almeno una sirena per esterno ed un lampeggiatore per esterno.

## **UNITÀ ABITATIVA ISOLATA**

(per Unità abitativa isolata si intende unità facente parte di fabbricato destinato ad abitazioni tra di loro contigue, soprastanti o sottostanti, ma non intercomunicanti, ciascuna con proprio accesso dall'esterno del fabbricato).

Ad integrazione di tutte le protezioni previste per una abitazione non isolata, vanno protette tutte le finestre indipendentemente, però, dalla loro altezza dal suolo ed occorre proteggere l'ambiente esterno al fabbricato.

### **Determinazione dell'ubicazione, del numero, del tipo e del livello:**

#### **Rivelatori**

La sicurezza ottenibile per un luogo da proteggere da tentativi di intrusione è correlata al numero di barriere funzionalmente concentriche che risulta possibile realizzare, qualsiasi sia la sua struttura fisica.

Tali barriere sono costituite praticamente da opportuni mezzi fisici (pareti, porte, cancelli ecc.) controllati da un certo numero di rivelatori di un certo tipo, in funzione della porzione affidata alla loro sorveglianza.

I fattori da tenere presente nella scelta dei rivelatori sono:

- il tipo dei rivelatori (puntuali, lineari, superficiali, volumetrici) ed il loro livello di prestazione
- il loro numero e posizione, dai quali dipende l'eliminazione totale o parziale di eventuali spazi o varchi non protetti

#### **Centrale**

La centrale va posta in zona protetta. Essa deve essere dimensionata per poter dare immediata identificazione delle zone interessate dalla causa di allarme.

#### **Organi di comando**

Gli organi di comando devono essere, compatibilmente con le esigenze operative, posti in zone protette da sensori ritardati.

#### **Inviatori di messaggi**

Gli inviatori di messaggi di allarme devono essere protetti dall'impianto 24 ore su 24.

In caso di assenza di dispositivi di allarme acustici e luminosi nell'impianto, essi sono obbligatori.

#### **Dispositivi di allarme acustici e luminosi**

I dispositivi di allarme acustici e luminosi devono essere posti in posizioni difficilmente raggiungibili e fissati in modo da poter resistere il più a lungo possibile all'attacco.

Nei dispositivi esterni sono raccomandabili tutte le protezioni antimanomissione quali: antiapertura, antistacco, antischiama e antiperforazione.

Il numero dei dispositivi di allarme è determinato dall'effetto deterrente che si vuole ottenere.

In caso di assenza di inviatori di messaggi è obbligatoria l'installazione di almeno una sirena per esterno ed un lampeggiatore per esterno.

## **9.4 Impianto centralizzato d'antenna TV**

Funzione del sistema centralizzato di antenna è quello di ricevere i programmi televisivi da qualunque fonte desiderata (terrestre, satellitare, via cavo, ecc.) e di distribuirli sulle prese d'utente dislocate nei locali e nelle aree indicate.

Per garantire il corretto funzionamento dei sistemi centralizzati d'antenna, tutti i componenti che lo compongono devono essere conformi a quanto previsto dalle seguenti normative:

### **Riferimenti normativi**

- CEI EN 50083-1 (CEI 12-43).
- CEI EN 50083-2 (CEI 100-1).
- CEI EN 50083-3 (CEI 100-43).
- CEI EN 50083-4 (CEI 12-48).
- CEI EN 50083-5 (CEI 12-50).
- CEI EN 50083-6 (CEI 100-22).
- CEI EN 50083-7 (CEI 100-6).
- CEI EN 50083-8.
- CEI EN 50083-9 (CEI 100-20).
- CEI EN 50083-10 (CEI 100-60).
- CEI 81-10.
- CENELEC 60169-1 (CEI 46-20).
- CENELEC HD 134.2 S2.
- CENELEC 60169-24 (CEI 46-26).
- CEI EN 50117 (CEI 46-58).
- CEI EN 50117-1 e 1/A2 (CEI 46-41).
- CEI EN 50117-5 (CEI 46 - 58).
- CEI UNEL 36761.

### **Composizione dei sistemi centralizzati d'antenna**

Il sistema è composto dalle seguenti parti principali:

- il sistema di antenna
- il terminale di testa
- la rete di distribuzione primaria (parti comuni)
- la rete di distribuzione secondaria (rete d'utente)

Per l'avvento della TV digitale terrestre ma anche per la TV satellitare a pagamento è necessario prevedere una presa telefonica accanto a quella televisiva.

### **Sistemi d'antenna**

Il sistema di antenne deve essere realizzato in modo da garantire i requisiti di sicurezza e funzionalità previsti dalle norme ed in particolare deve:

- impiegare antenne o sistemi di antenne che garantiscano il segnale minimo previsto
- Assicurare la messa a terra dove necessario
- Dimensionare e fissare il sostegno d'antenna in modo da garantire la sicurezza

Il palo metallico di sostegno delle antenne deve essere collegato, ove previsto, all'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

### **Terminale di testa**

Il terminale di testa può essere del tipo a Larga Banda o Canalizzato, purché garantisca la conformità tecnica e funzionale alle norme citate.

Il terminale di testa deve essere alloggiato in apposito armadio assicurandone la corretta ventilazione e protezione meccanica.

Il terminale di testa deve essere composto in modo da garantire i requisiti:

- di funzionalità (ricezione dei canali specificati, miscelazione dei canali e amplificazione, atte a garantire il livello minimo di segnale di segnale alle prese dell'utente)
- meccanici (sistemi antimanomissione, modalità di fissaggio, ecc.)
- elettrici (protezione contro contatti elettrici)

La rete di distribuzione primaria deve essere realizzata in modo da consentire l'eventuale implementazione di futuri nuovi servizi, prevedendo quindi canalizzazioni e cassette in numero e dimensioni adeguate.

Il cablaggio deve essere realizzato preferibilmente con tipologia a stella, con un centro stella posto in modo da potere garantire un facile adeguamento a futuri servizi.

Qualora non fosse possibile realizzare una struttura del cablaggio a stella è possibile realizzare il cablaggio a bus o misto stella – bus purché si garantisca la possibilità di future espansioni per nuovi servizi.

La rete di distribuzione deve essere realizzata in tubi e cassette separate dalla distribuzione di energia elettrica.

Le reti di distribuzione secondarie devono essere realizzate preferibilmente con architettura a stella con un centrostella posto in modo da consentirne l'eventuale integrazione con altri servizi.

**Nota:** Le reti di distribuzione primaria e secondaria devono essere dimensionate elettricamente in modo da garantire che i segnali a ciascuna presa utente siano conformi a quelli richiesti dalle norme.

**Il sistema deve avere la possibilità di ricevere i seguenti segnali:**

- ☒ Terrestri
- ☒ Da satellite
- ☐ Via cavo (CATV)

**Integrazione con altri servizi. Il sistema deve potersi integrare con i seguenti altri servizi:**

- ☐ Telefonia
- ☐ Dati
- ☐ Canale di ritorno

### **Cavi**

Devono essere utilizzati cavi coassiali (Norma CEI UNEL 36761) con elevata schermatura oppure, qualora esigenze tecniche lo richiedano ed ove disponibili, si possono impiegare fibre ottiche.

## **9.5 Installazione degli impianti TVCC**

### **Riferimenti normativi**

- CEI EN 50132 - 1 (Impianti di allarme – Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza – Parte 1: Requisiti di sistema).
- CEI EN 50132 - 7 (Impianti di allarme – Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza – Parte 7: Guide di applicazione).

L'installazione dell'impianto televisivo a circuito chiuso, è relativa alle seguenti tre parti fondamentali:

- gli apparati di ripresa
- la rete di connessione
- gli apparati di monitoraggio

Per quanto attiene agli apparati di ripresa si dovrà evitare:

- inquadrature contro sole o forti sorgenti luminose dirette
- inquadrature con forti contrasti di luce
- installazioni su pareti non perfettamente rigide con possibilità di vibrazione

Dovranno inoltre essere utilizzati faretti di adeguata potenza luminosa quando la scena da riprendere non è sufficientemente illuminata.

### **Per quanto attiene alla rete di connessione si dovrà:**

- interporre, tra gli apparati di ripresa e i cavi, scatole di derivazione, al fine di facilitare l'asportazione del complesso di ripresa in caso di manutenzione ed effettuare agevolmente operazioni di messa a punto
- tenere separati per quanto possibile i vari cavi, almeno quelli di alimentazione a 230 V ca da quelli di trasporto di segnali video
- utilizzare amplificatori del segnale video prima che la tratta di cavo raggiunga i limiti di lavoro accettabili
- evitare nel cablaggio zone interessate dalla presenza di forti campi elettromagnetici (solo l'impiego della fibra ottica non crea problemi al riguardo)

### **Per quanto attiene gli apparati di monitoraggio si dovrà:**

- posizionare i monitor in modo che gli schermi non riflettano sorgenti luminose presenti nei locali
- prevedere circuiti di ventilazione forzata nei quadri di regia, per garantire che gli apparati funzionino nei loro limiti di temperatura

## 9.6 Cablaggio Strutturato (EE)

### Riferimenti normativi

- EN 50173-1.
- EN 50173-2.
- CEI 306 -10.

Il cablaggio strutturato rappresenta una soluzione impiantistica distribuita nei vari ambienti di un edificio o di gruppi di edifici, realizzata con componenti passivi (connettori, pannelli, piastrine, cavi, canalizzazioni etc) che formano i vari collegamenti, sia in rame che in fibra ottica e completata da componenti attivi (hub, switch, router, ecc ...). Si realizza così una infrastruttura “indipendente” dall'applicazione, cioè non dedicata ad una applicazione in particolare ma capace di supportare diverse tipologie di protocolli limitatamente alla massima frequenza di funzionamento per cui è stato concepito.

Ha il vantaggio di essere progettato, pianificato ed installato senza sapere a priori il tipo di protocollo di trasmissione o precisamente i punti utente effettivi, che saranno definiti in fase di messa in funzione.

### Progettazione e certificazione

Nella fase di progettazione vengono definite le caratteristiche funzionali (classe dei canali e dei collegamenti permanenti, categoria dei componenti) e dimensionali (lunghezza dei collegamenti permanenti, numero di armadi e prese utente) del sistema di cablaggio basandosi sui seguenti principi:

- gli edifici, particolarmente quelli adibiti a terziario sono “dinamici”, ossia soggetti a continue modifiche, estensioni, adattamenti in corrispondenza all’evoluzione dell’attività svolta al proprio interno
- le infrastrutture dedicate al cablaggio dovrebbero essere predisposte all’interno dell’edificio in modo contestuale e coordinato con tutte le altre infrastrutture dedicate alla distribuzione di altri servizi (energia elettrica, acqua potabile, riscaldamento, condizionamento ecc.) così da riservare gli spazi necessari e prevedere percorsi delle canalizzazioni che permettano successive manutenzioni.  
Nel caso di edifici già esistenti occorre individuare le caratteristiche strutturali e gli eventuali vincoli architettonici dell’edificio in cui il sistema di cablaggio deve essere installato, ad esempio la posizione delle travi e dei pilastri, le canalizzazioni esistenti, gli spazi da destinare agli armadi di distribuzione, le caratteristiche dei compartimenti antincendio che vengono attraversati, la presenza di controsoffittatura e/o di pavimento galleggiante.
- la scelta dei componenti in rame e in fibra ottica è determinata da fattori tecnici ed economici

**Nota:** L’impiego della fibra ottica è raccomandato per la realizzazione delle dorsali (di edificio o di insediamento) mentre il cablaggio orizzontale è normalmente realizzato con componenti in rame.

### Documentazione da rendere disponibile:

- topologia dell'impianto
- composizione degli armadi
- connessioni attivate/disponibili
- report dei risultati di test

### Struttura

Il cablaggio strutturato è la soluzione impiantistica tramite la quale le informazioni, in formato analogico e digitale, vengono distribuite all'interno di un edificio o di un gruppo di edifici e ne diviene un elemento indispensabile.

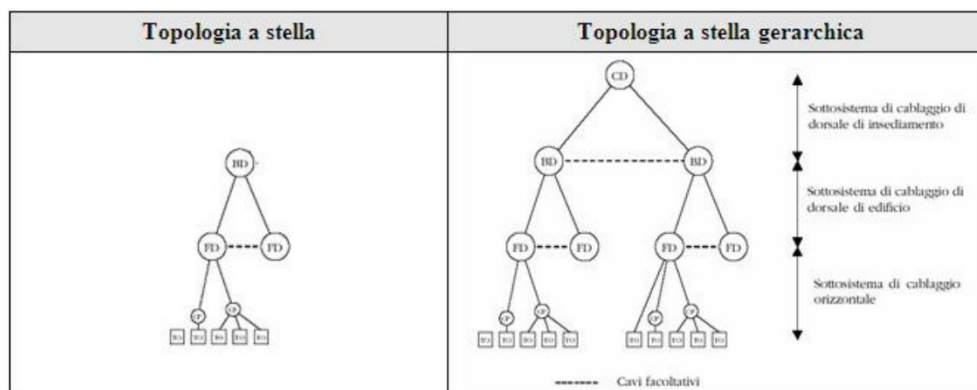
Il sistema di cablaggio oggetto di questa scheda è relativo ad un insieme di ambienti in singoli edifici o in più edifici localizzati all'interno di un insediamento. Tali ambienti possono essere utilizzati per svolgere attività professionali quali ed esempio uffici, centri direzionali, banche, magazzini, pubblica amministrazione e scuole.

**Nota:** La legislazione vigente (DM 314:1992) non consente l'attraversamento di spazi pubblici (per esempio strade pubbliche, parchi pubblici...) degli elementi di questi impianti.

Sono esclusi gli ambienti ad uso industriale, residenziale e i data center per i quali esistono specifiche indicazioni.

Un sistema di cablaggio strutturato permette di distribuire in modo razionale i servizi di rete all'interno di un edificio sfruttando una topologia a stella.

Nel caso in cui all'interno di una singola proprietà vi siano più edifici (insediamento o comprensorio) è possibile realizzare un unico sistema di cablaggio strutturato con una topologia che si può definire a "stella gerarchica", ossia dotata di un centrostella generale con diramazioni verso i centrostella dei singoli edifici, come mostrato in figura.



Le figure mostrano i sottosistemi e gli elementi funzionali che costituiscono un sistema di cablaggio strutturato:

- **CD**, distributore di insediamento: zona in cui si concentrano le apparecchiature di distribuzione relative a tutto l'impianto
- dorsale di insediamento
- **BD**, distributore di edificio: zona in cui si concentrano le apparecchiature di distribuzione relative all'edificio singolo
- dorsale di edificio
- **FD**, distributore di piano: zona in cui si concentrano le apparecchiature di distribuzione verso le prese utente di ciascun piano dell'edificio
- cablaggio orizzontale
- **CP**: punto di transizione o di interconnessione intermedio (opzionale)
- **TO**: presa di telecomunicazioni per l'utente (o prese utente).

Il raccordo tra sottosistemi di cablaggio avviene all'interno dei distributori. Esso può essere effettuato in modalità passiva mediante dei cordoni di connessione tra le terminazioni delle linee (esempio, la dorsale di edificio con il cablaggio orizzontale) e modalità attiva mediante l'impiego di apparecchi di distribuzione (esempio hub, switch, router, ecc).

### Canali e collegamenti

Il cablaggio strutturato viene progettato con l'obiettivo di supportare la più ampia gamma di applicazioni che possono essere distribuite avendo a disposizione una data banda.

Le classi di prestazione dei canali trasmissivi e collegamenti permanenti sono suddivise in base alla massima frequenza supportata.

### Cablaggio con cavi di rame

#### a) Esempi di applicazioni supportate

Applicazione	Riferimento della Specifica	Data	Nome Supplementare
<b>Classe D (definita fino a 100 MHz)</b>			
CSMA/CD 100BASE-TX	ISO/IEC 8802-3	1997	Ethernet Veloce
Token Ring 100 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5t	1999	Token Ring ad Alta Velocità
CSMA/CD 1000BASE-T	ISO/IEC 8802-3	1999	Gigabit Ethernet
Token Ring 16 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1998	
TP-PMD	ISO/IEC FCD 9314-10	2000	Coppia-twistata-Dipendente dal mezzo fisico
ATM LAN 155,52 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0015.000	1994	ATM-155/Categoria 5
<b>Classe E (definita fino a 250 MHz)</b>			
ATM LAN 1,2 Gbit/s	ATM Forum af-phy-0162.000	2001	ATM-1200/Categoria 6
<b>Classe F (definita fino a 600 MHz)</b>			
FC-100-TP	ISO/IEC 14165-114		

**b) Classi di cablaggio**

**Selezionare la classe:**

- ☐ Classe D: 100 MHz (realizzato con componenti di cat.5e)
- ☒ Classe E: 250 MHz (realizzato con componenti di cat 6)
- ☐ Classe F: 600 MHz (realizzato con componenti di cat 7)

**Nota:** Qualora le distanze superino i limiti indicati è possibile utilizzare dei dispositivi di amplificazione.

**Cablaggio orizzontale**

Il cablaggio orizzontale è comunemente realizzato con componenti in rame e connette il distributore di piano (FD) con i punti di utenza (TO).

## 9.7 Citofoni

I componenti per i sistemi citofonici devono avere le seguenti caratteristiche:

### Riferimenti normativi:

- CEI EN 60065.
- EN 60740.
- CEI EN 60950 -1 (norma per la sicurezza elettrica richiamata da EN50486).
- EN50090-2-2 (per sistemi digitali).
- EN61000-6-1 (compatibilità per sistemi analogici).
- EN61000-6-3 (emissioni per sistemi analogici).
- EN50486 (norma sistemi video-citofonici).

### Sistema di trasmissione:

- ☐ analogico
- ☒ digitale

## **10. IMPIANTI ELETTRICI E DI SICUREZZA IN AMBIENTI SPECIFICI**

## 10.1 Centrale termica

### Riferimenti normativi:

- CEI 31-30.
- CEI 31-33.
- CEI 31- 34.
- Guida CEI 64-50.
- Guida CEI 31-35.
- Guida CEI 31-35/A.

Prima di effettuare il progetto dell'impianto elettrico è necessario acquisire tutte le informazioni:

### L'alimentazione del bruciatore:

- ☒ a metano
- ☐ a gpl
- ☐ a gasolio
- ☐ altro combustibile liquido \_\_\_\_\_

### La centrale termica serve per:

- ☐ riscaldamento
- ☐ produzione acqua calda
- ☒ riscaldamento e produzione di acqua calda

1) Se la caldaia è funzionante a gas si applicano le seguenti norme:

- CEI 31-30
- CEI 31-33
- CEI 31-34
- Guida CEI 31-35
- Guida CEI 31-35/A

### Tensione:

- ☒ 230 V c.a.
- ☐ 400 V c.a.

### Zone pericolose

Con riferimento alla Norma CEI 31-30 e alla Guida CEI 31-35, si definiscono le zone pericolose utilizzando le procedure e le formule contenute nelle stesse.

Il progettista quindi determina forma e estensione delle zone pericolose. I componenti elettrici installati all'interno delle zone pericolose devono essere in esecuzione di sicurezza (Ex). La potenzialità termica è inferiore a 35kW e l'ambiente è di tipo ordinario.

Con ambiente ordinario e si può applicare quindi la Norma CEI 64-8.

## 10.2 Impianti elettrici in atri – corridoi – scale -

La presente scheda si applica a tutti gli impianti elettrici in atri corridoi e scale.

### Riferimenti normativi:

- UNI EN 12464-1 - Illuminazione di luoghi di lavoro all'interno.
- CEI EN 60598-2-22 - Apparecchi autonomi di emergenza.
- CEI EN 50171 - Sistemi di alimentazione centralizzata.
- CEI EN 50172 - Sistemi di illuminazione di emergenza.
- DM 16.5.87 n.246 - Norme di sicurezza per edifici di civile abitazione.
- UNI EN 1838 - Illuminazione di emergenza.
- UNI CEI 11222 - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

**N.B:** Illuminazione di emergenza obbligatoria per gli edifici di altezza superiore a 32 m; raccomandata per gli altri.

Vengono considerati i seguenti impianti derivati dal quadro di portineria:

- circuiti prese (generalmente utilizzate per le pulizie)
- circuiti luce ordinaria
- circuiti luce di emergenza, se centralizzata
- circuiti luce di protezione (o notturna)

### Illuminazione

- si consiglia l'impiego di sorgenti ad alta efficienza e a lunga durata, compatibilmente con l'utilizzo. Ad esempio, se il circuito è comandato da interruttori a tempo (temporizzatori) è preferibile evitare lampade fluorescenti o a scarica ad alta intensità, la cui durata è molto condizionata dal numero di accensioni
- è opportuno prevedere una adeguata parzializzazione del carico mediante centri luminosi a doppia accensione, con comando centralizzato automatico per l'illuminazione di base o manuale per l'illuminazione supplementare

### Prese:

- ☒ atrio: una ogni 10 m<sup>2</sup>
- ☒ corridoi: almeno una ogni 10 m
- ☐ scale: una in corrispondenza di ogni arrivo ai singoli piani

Per ambienti comuni non ad uso privato sono prescritti i seguenti livelli di illuminamento medio mantenuto (cioè minimo in esercizio), misurati a livello del pavimento secondo UNI EN 12464-1:

- Atrio: 100 lx
- Grandi aree comuni (eventuali): 200 lx
- Corridoi e scale (durante il giorno): 100 lx
- Corridoi e scale (durante la notte): accettabili livelli ridotti
- Sbarco ascensori: 200 lx

### **Circuito/i luce di emergenza**

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle .

### **La sorgente di energia può essere:**

- ☒ Autonomia (contenuta negli apparecchi di illuminazione secondo CEI EN 60598-2-22)
- ☐ Centralizzata (secondo CEI EN 50171)

L'illuminamento minimo, misurato a pavimento, non deve essere inferiore a 1 lx lungo la linea centrale delle vie di sfollamento ed il grado di uniformità non deve essere maggiore di 40:1.

L'autonomia di funzionamento non deve essere inferiore a 1h (con ricarica completa degli accumulatori entro 24 h) .

Altezza di installazione degli apparecchi  $\geq 2,5$  m; se inferiore, le lampade devono essere protette meccanicamente e non facilmente rimovibili.

L'impianto deve essere controllato periodicamente in accordo alla norma UNI CEI 11222 .

### *Impianti illuminazione di emergenza*

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle.

### **Riferimenti normativi:**

- CEI EN 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari -Apparecchi di emergenza.
- CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza.
- CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata.
- UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI 11222: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici -Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

L'illuminazione di emergenza si suddivide in:

- a) Illuminazione di riserva
- b) Illuminazione di sicurezza

Quest'ultima serve a garantire condizioni di sicurezza come segue:

- a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo
- b) Illuminazione antipanico
- c) Illuminazione di aree ad alto rischio

L'impianto deve essere progettato in conformità alla CEI 64/8, UNI EN 1838 e CEI EN 50172.

L'apparecchio di illuminazione deve essere conforme alla norma CEI EN 60598-2-22.

La sorgente di energia può essere:

- autonoma (contenuta nell'apparecchio di illuminazione)
- centralizzata (conforme a CEI EN 50171)

Al fine di eseguire un corretto dimensionamento di tutto l'impianto sono necessari:

- un progetto illuminotecnico (geometria e ubicazione degli apparecchi di illuminazione per garantire i requisiti richiesti)
- un progetto elettrico (dimensionamento dei componenti, protezioni dai contatti diretti e indiretti, protezione dalle influenze esterne, selettività dei dispositivi di protezione ecc)

Il progetto e la scelta dei prodotti dovrà tenere conto delle successive fasi di manutenzione dell'impianto.

Salvo diverse disposizioni legislative<sup>(1)</sup>, l'illuminazione di sicurezza deve essere progettata per garantire quanto segue:

(1) Elenco dei principali DL in vigore al momento della pubblicazione del presente capitolato (non esaustivo):

- *Decreto Ministeriale n° 236 del 14/06/1989 (Ascensori).*
- *Decreto Ministeriale n° 246 del 16/06/1987 (Edifici residenziali).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1986-02-01 (Autorimesse)*
- *Decreto del Ministero dei Trasporti del 1988-01-11 (Metropolitane)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1992-08-26 (Scuole)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1994-04-09 (Alberghi)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-03-18 (Ambienti sportivi)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-08-19 (Cinema, teatri e pubblico spettacolo)*
- *Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Ambienti di lavoro)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2002-09-18 (ospedali e strutture sanitarie)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2006-02-22 (uffici).*
- *Decreto del Presidente della Repubblica n. 418 del 1995-06-30 (edifici di interesse storico artistico destinati a biblioteche ed archivi)*
- *Decreto Ministeriale n. 569 del 1992-05-20 (edifici di interesse storico artistico destinati a musei, galleria, esposizioni e mostre)*

## **Illuminazione di sicurezza (UNI EN 1838)**

### **a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo**

L'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx.

Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo, non deve essere maggiore di 40:1.

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

Nella progettazione di un impianto di illuminazione di emergenza, gli apparecchi devono essere posizionati almeno in corrispondenza o prossimità di:

- ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza
- scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta
- ogni cambio di livello
- sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza
- ogni cambio di direzione
- ogni intersezione di corridoi
- ogni uscita e immediatamente all'esterno
- ogni punto di pronto soccorso
- ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata

### **b) Illuminazione antipanico**

Deve essere prevista una illuminazione antipanico, tra gli altri, in locali aperti al pubblico di dimensioni superiori a 60 m<sup>2</sup> (altre indicazioni sono contenute nella norma CEI EN 50172). L'illuminamento orizzontale al suolo non deve essere minore di 0,5 lx. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 40:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

### **c) Illuminazione di aree ad alto rischio**

Lo scopo dell'illuminazione di aree ad alto rischio è di garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose. Le zone dove si svolgono attività ad alto rischio devono essere identificate nell'ambito dell'analisi dei rischi del DL 81/2008. L'illuminamento mantenuto sul piano di lavoro non deve essere minore del 10% dell'illuminamento previsto per l'attività; esso non deve essere comunque essere minore di 15 lx. L'illuminazione deve essere di tipo permanente o raggiunta entro 0,5 s dalla mancanza di tensione. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 10:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. L'autonomia minima deve essere correlata alla durata del rischio per le persone.

### **Illuminazione di riserva**

È la parte dell'illuminazione di emergenza che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti. Non ci sono requisiti aggiuntivi rispetto all'illuminazione generare funzionale

### **Segnali di sicurezza**

I segnali di sicurezza devono essere conformi alla direttiva 92/58/CEE (DL 81/2008) ed essere muniti di un'immagine grafica che prescrive un determinato comportamento comprensibile a tutti.

I pittogrammi possono essere illuminati internamente o esternamente. In ogni caso devono rispettare requisiti di uniformità delle luminanze come segue:

- Il rapporto tra la luminanza  $L_{\text{bianco}}$  e la luminanza  $L_{\text{colore}}$  non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1
- Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1. Le verifiche devono essere effettuate secondo l'appendice A della norma UNI EN 1838.

In funzione delle caratteristiche del luogo si devono selezionare:

- apparecchi permanenti (sempre accesi) dove le vie d'esodo sono difficilmente individuabili a causa dell'oscurità (es. cinema – discoteca) o ad alta densità di occupanti (centri commerciali)
- apparecchi non permanenti (solo emergenza) nei locali normalmente illuminati dove le vie d'esodo sono chiaramente identificabili in condizioni ordinarie

Le dimensioni dei pittogrammi devono essere selezionate per consentire una corretta individuazione e visibilità. Salvo diverse indicazioni di legge, la distanza di visibilità (vedere figura) deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

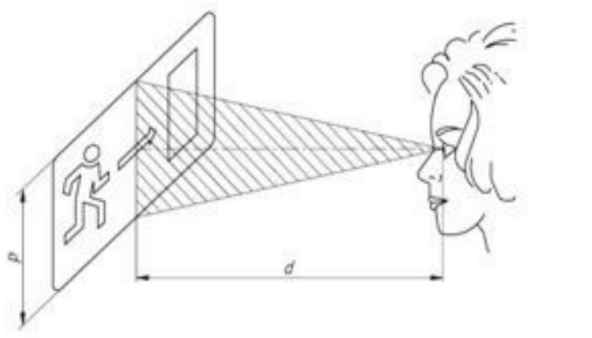
$$d = s \times p$$

*Dove:*

***d:** è la distanza di visibilità;*

***p:** è l'altezza del pittogramma;*

***s:** è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente.*



### **Verifiche e manutenzione**

La manutenzione deve essere programmata ed effettuata in conformità alla norme UNI 11222.

L'impianto deve essere controllato:

- Una volta al mese, per il funzionamento e settimanalmente per i sistemi di inibizione e per le sorgenti centralizzate
- Annuale (consigliata ogni sei mesi), per l'autonomia di impianto
- Ogni 4 anni (consigliato ogni 2 anni) una revisione dell'impianto deve essere prevista (sostituzione batterie e lampade usurate)
- Gli interventi devono essere registrati su un apposito registro dei controlli periodici

## 10.3 Cucina

### Riferimenti legislativi e normativi:

- DM 12/4/96 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.
- DM 19/02/97 – Modificazioni al decreto ministeriale 12 aprile 1996 concernente: “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”.
- DM 16/11/99 – Modificazioni al decreto ministeriale 12 aprile 1996 concernente: “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”.
- CEI 31-87 (EN 60079-10-1) Atmosfere esplosive - Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas.
- CEI 31-35 Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87).
- CEI 31-35 V1 “Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87).
- UNI EN 12464-1 “Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: posti di lavoro in interni”.
- CEI 31-35/A “Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI 90079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione”.
- CEI 31-33 (EN 60079-14) - Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici.
- CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori – Settima edizione Luglio 2012 e variante V1.

### Fasce di rischio:

Ambiente ordinario con impianti elettrici a norma CEI 64-8 se:

- a) con potenzialità fino a 35 kW (piccole cucine domestiche)
- b) con apparecchi tutti marcati CE (gas) con adeguata ventilazione

Ambiente speciale secondo il DM 12/4/96 e con impianti elettrici a norma CEI 64-8 se:

- a) con potenzialità da 35 kW fino a 100.000 kcal/h o 116 kW (resistenza pareti almeno REI 60)

Ambiente a maggior rischio con attività soggetta a CPI e REI 120 se:

- b) con potenzialità oltre 100.000 kcal/h o 116 kW

Ambiente con pericolo di esplosione per la presenza di gas o nebbie infiammabili in cui si determinano zone 1 e/o 2.

L'impianto elettrico è di tipo tradizionale in ambiente ordinario.

## 10.4 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.

**Impianto di illuminazione:**

- ☒ con apparecchi di illuminazione che utilizzano le seguenti sorgenti luminose:
- ☒ LED
  - ☐ fluorescenti
  - ☐ alogene
  - ☐ \_\_\_\_\_
- ☐ con apparecchi di illuminazione con grado di protezione IP \_\_\_\_\_, classe di isolamento \_\_\_\_\_, caratteristiche costruttive ed ottiche \_\_\_\_\_, in quantità sufficiente per ottenere almeno \_\_\_\_\_ lx sul piano di lavoro

L'impianto d'illuminazione dell'ambiente dovrebbe essere progettato in accordo alla UNI EN 12464-1.

**Gli apparecchi di illuminazione possono essere installati:**

	A	B	C
<input type="checkbox"/> direttamente a soffitto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> a soffitto a mezzo steli di prolunga	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> su canale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> nel controsoffitto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> sopra a ciellino luminoso (soffitto luminoso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Legenda: a) a luce diretta b) a luce indiretta c) a luce mista			

**Requisiti di illuminazione per interni (zone):**

Tipo di interno, compito o attività	$E_m$ lx	UGR <sub>L</sub> -	R <sub>a</sub> -
Archiviazione, copiatura, ecc.	300	19	80
Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	19	80
Disegno tecnico	750	16	80
Postazioni CAD	500	19	80
Sale conferenze e riunioni	500	19	80
Ricezione (reception)	300	22	80
Archivi	200	25	80

Tabella estratta dalla norma UNI EN 12464-1

Legenda:

**E<sub>m</sub>**: illuminamento medio mantenuto

**UGR<sub>L</sub>**: Indice unificato di abbagliamento

**R<sub>a</sub>**: indice di resa del colore.

Per l'impianto di illuminazione si consiglia di prevedere una protezione magnetotermico-differenziale avente  $I_{dn} = 30$  mA

## 10.5 Locali da bagno e per doccia

### Riferimenti normativi:

CEI 64-50 - 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.

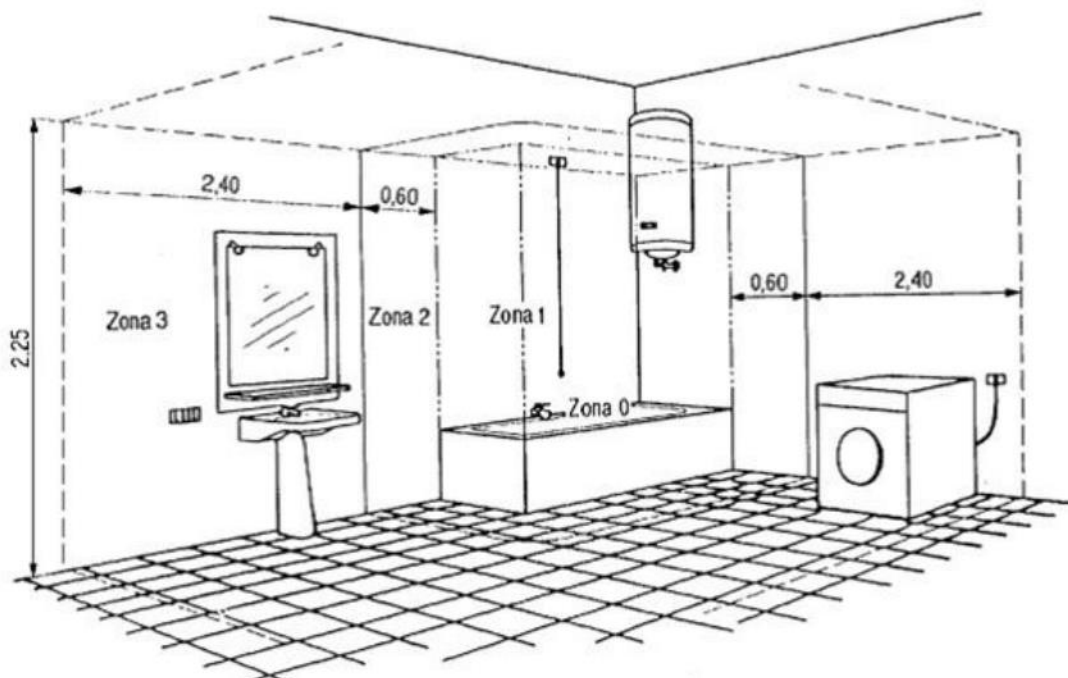
### Impianto elettrico:

Deve essere eseguito considerando le seguenti quattro zone, va rilevato che le norme indicano degli esempi in cui i limiti di queste zone possono risultare modificati dalla presenza di ripari o diaframmi isolanti interposti.

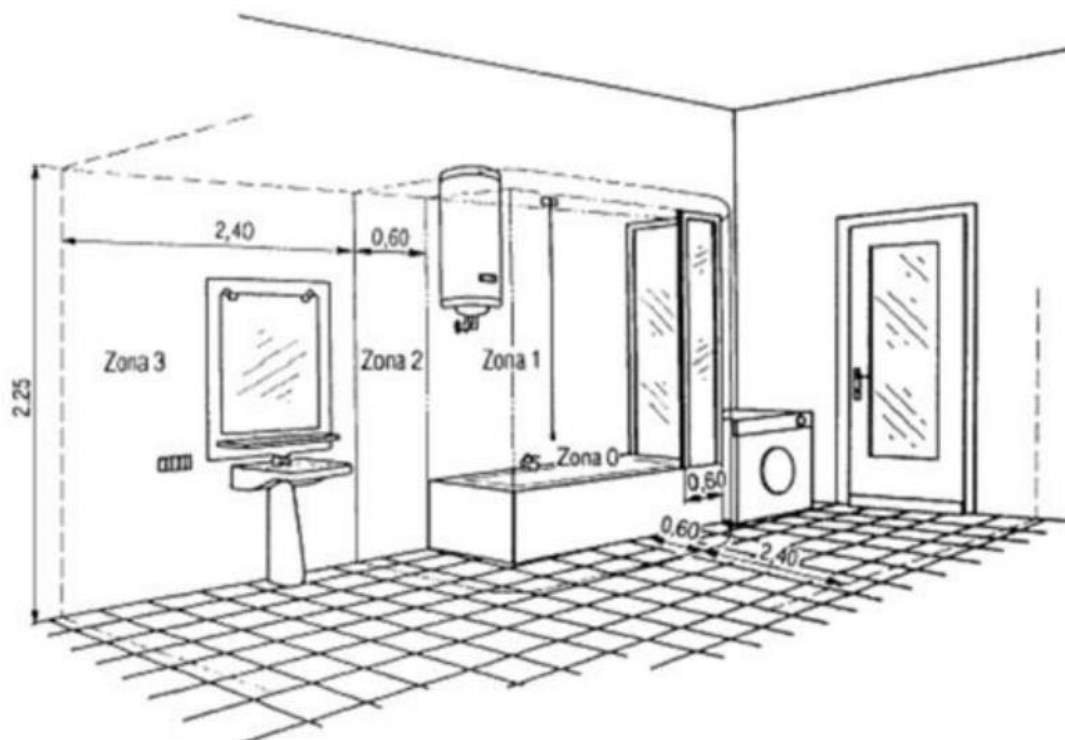
- 1) **zona 0**: volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia per le cabine prefabbricate si estende a tutto il loro interno
- 2) **zona 1**: delimitata dalla superficie verticale circoscritta dalla vasca da bagno o dal piatto doccia (volume posto sulla verticale della vasca o piatto doccia fino a 2,25 m dal pavimento) <sup>(1)</sup>
- 3) **zona 2**: delimitata dalla superficie verticale esterna alla zona 1 e da una superficie parallela a 0,60 m dalla prima (e fino a 2,25 m dal pavimento)
- 4) **zona 3**: delimitata dalla superficie verticale esterna alla zona 2 e da una superficie parallela situata a 2,40 m dalla prima (e fino a 2,25 m dal pavimento)

<sup>(1)</sup> se il piatto doccia si trova a più di 15 cm sopra il pavimento, la quota di 2,25 m è riferita al piatto doccia)

Esempio di installazione di componenti elettrici in un locale da bagno:



Esempio di installazione di componenti elettrici in un locale da bagno con riparo sulla vasca da bagno:



**Protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali:**

Uno o più interruttori differenziali con una corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA devono proteggere tutti i circuiti situati nelle zone 0, 1, 2 e 3.

L'uso di tali interruttori differenziali non è richiesto per i circuiti:

- protetti mediante SELV; o
- protetti mediante separazione elettrica, se ciascun circuito alimenta un solo apparecchio utilizzatore

Dove si utilizzano circuiti SELV, qualunque sia la tensione nominale, si deve prevedere, nelle zone 0, 1, 2 e 3, la protezione contro i contatti diretti a mezzo di:

- barriere o involucri che presentino almeno il grado di protezione IPXXB; oppure
- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min

I componenti elettrici devono avere almeno i seguenti gradi di protezione:

- nella zona 0: IPX7
- nella zona 1: IPX4
- nella zona 2: IPX4

Queste prescrizioni non si applicano alle unità di alimentazione dei rasoi conformi alla Norma.

CEI EN 61558-2-5 (CEI 96-10) installate in zona 2 purchè siano improbabili spruzzi d'acqua.

Prese a spina installate nella zona 3 purché siano protette mediante interruttore differenziale con  $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$  (\*), installato:

- ☐ localmente:
  - ☐ da 10 mA
  - ☐ da 30 mA
- ☒ sul quadro di piano:
  - ☐ da 10 mA
  - ☒ da 30 mA
  - ☐ \_\_\_\_\_
- ☐ alimentazione singola tramite trasformatore d'isolamento
- ☐ alimentazione SELV

**(\*) La Norma CEI 64-8 prevede in alternativa anche una delle seguenti soluzioni:**

- ☐ Scaldacqua:

Può essere installato in zona 1 o 2. L'alimentazione si può eseguire con cavo multipolare con guaina non metallica, posto entro un tubo incassato, e scatola terminale con passa cordone vicino allo scaldacqua. Si deve prevedere un interruttore di comando fuori dalle zone 1 e 2.
- ☐ Apparecchiature:

Interruttori, prese a spina, cassette di giunzione, ecc., devono essere installate nella zona 3. Possono essere usate apparecchiature di tipo ordinario per l'installazione incassata verticale (nelle zone 2 e 3 dei locali da bagno, dove si prevede l'uso di getti d'acqua per la pulizia, il grado di protezione delle apparecchiature deve essere IP X5).
- ☐ Collegamento equipotenziale supplementare:

Le masse estranee delle zone 1-2 e 3 devono essere collegate al conduttore di protezione. In particolare, per le tubazioni metalliche dell'acqua, del riscaldamento, del condizionamento, del gas, ecc., è sufficiente che le stesse siano collegate all'ingresso dei locali da bagno o per doccia, ad esempio, con un cavo senza guaina in rame di 4 mm<sup>2</sup>.
- ☐ Apparecchi di illuminazione fissi
  - ☐ in zona 1: solo apparecchi alimentati da SELV (25 V ca, 60 V cc)
  - ☐ in zona 2: gli apparecchi possono essere di classe I o classe II con grado di protezione IPX4 e pertanto è necessario portare il conduttore di protezione
- ☐ Apparecchi di riscaldamento e ventilatori aspiratori fissi
  - ☐ in zona 2: gli apparecchi possono essere di classe II con grado di protezione IPX4

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.

## 10.6 Lavanderia e stireria

### Riferimenti normativi:

- CEI 64-8

### La lavanderia e stireria è composta da:

- ☐ un unico locale
- ☒ da un locale adibito a lavanderia
- ☐ da un locale adibito a stireria
- ☐ da un locale adibito a guardaroba
- ☐ da un ripostiglio per biancheria in arrivo/partenza
- ☐ \_\_\_\_\_

Prima di effettuare il progetto esecutivo dell'impianto elettrico è necessario acquisire tutte le informazioni utili sul numero, sulle caratteristiche elettriche e sulla potenza dei vari utilizzatori.

La lavanderia deve essere considerata un ambiente speciale per la presenza di umidità, acqua e vapori, pertanto, tenuto conto del luogo di installazione, i componenti devono avere un adeguato grado di protezione IP; e comunque non inferiore a IP 4X.

Gli impianti elettrici devono, di massima, essere realizzati come qui di seguito indicato:

### Collegamento equipotenziale supplementare (1):

Anche se non previsto dalla Norma CEI 64-8, in presenza di apparecchi utilizzatori in ambiente "particolare" (bagnato, umido, ecc.), si consiglia di collegare tutte le masse estranee del locale con il conduttore di protezione.

<sup>(1)</sup> Nella pratica, è sufficiente collegare tutte le tubazioni metalliche (acqua calda e fredda, gas, scarichi, ecc.) che entrano o escono dal locale con un conduttore (6 mm<sup>2</sup>) al conduttore di protezione.

## **10.7 Impianto di illuminazione esterna in area privata**

### **Riferimenti normativi:**

- CEI 64-7.
- CEI 11 – 4.
- CEI EN 62305 CEI 81-10 (1/2/3/4).
- CEI 81-11.

Gli impianti di illuminazione esterna possono essere eseguiti con centri luminosi:

- applicati alle pareti del fabbricato
- installati su pali o altri sostegni

Sono considerate aree esterne anche i porticati se esposti all'azione degli agenti atmosferici.

I comandi sono generalmente centralizzati e di solito automatizzati a mezzo di interruttore crepuscolare e/o interruttore orario.

### **Devono essere considerati i seguenti elementi:**

#### **Sezionamento e interruzione**

All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore onnipolare adatto al sezionamento.

#### **Protezione contro i sovraccarichi**

Gli impianti di illuminazione (in derivazione) si considerano non soggetti a sovraccarico, ma non è esclusa una protezione generale o nei singoli centri luminosi.

#### **Protezione contro i contatti indiretti**

Impiego di componenti di classe II oppure, se i componenti sono di classe I, messa a terra secondo la Norma CEI 64-7 (in pratica è sempre necessario l'interruttore differenziale).

#### **Protezione contro i contatti diretti**

Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione.

#### **Protezione contro i fulmini**

In generale non è necessaria – In casi particolari (ad es. torri faro) per la protezione dei sostegni di notevole altezza, si fa riferimento alla norma CEI 81-10.

I componenti, oltre ad un adeguato grado di protezione IP, devono resistere alle aggressioni atmosferiche.

**Condutture di alimentazione:**

- Nel caso di posa di cavi interrati, i cavi possono essere posati in tubi interrati (cavidotti) o direttamente interrati con le opportune protezioni meccaniche e segnalati con nastri di segnalazione presenza cavi. Saranno di tipo con guaina e idonei alle condizioni d'impiego (es FG16OR16 0,6/1 kV)
- Si ritiene opportuno precisare che la posa interrata diretta o indiretta dei cavi con  $U_0/U \leq 450/750$  V è vietata. Fa eccezione il cavo del tipo H07RN8-F (HD 22.16) che, essendo previsto per l'alimentazione di pompe sommerse (e quindi per immersione continuativa in acqua) può essere utilizzato, per la posa interrata indiretta purché convenientemente protetto dal punto di vista meccanico e perché si adottino criteri di posa relativi ai cavi flessibili
- Nel caso di posa di impianto in vista ed esposto agli agenti atmosferici i cavi saranno o con guaina protettiva o posati entro tubi di cui deve essere garantita la tenuta all'acqua nei giunti (ad esempio mediante mastici, silicone o filettatura)

La derivazione di ogni punto luce viene realizzata preferibilmente mediante idonea cassetta protetta e ispezionabile.

**Comando accensione:**

- ☒ da interruttore crepuscolare
- ☐ da interruttore orario
- ☐ altro sistema \_\_\_\_\_

## 10.8 Impianto di illuminazione interna

### Riferimenti normativi:

- UNI EN 12464-1.
- UNI 11165.
- D.Lgs 81/08.

### Finalità e criteri di progettazione:

*l'impianto di illuminazione* influisce sulla capacità visiva, sulla produttività, sulla sicurezza e sul benessere delle persone. Per ottenere una buona illuminazione è perciò importante che, oltre al valore dell'illuminamento richiesto, siano soddisfatte le seguenti esigenze:

- *il comfort visivo*: per il benessere delle persone ed, indirettamente, per mantenere alti i livelli di efficienza operativa
- *la prestazione visiva*: per consentire lo svolgimento di compiti visivi anche in circostanze difficili e protratte nel tempo
- *la sicurezza*: per evitare infortuni favoriti da errata illuminazione

Il raggiungimento di detti obiettivi può comportare la necessità di utilizzare dispositivi automatici e/o manuali di regolazione per assicurare il mantenimento costante dei livelli di illuminazione.

### Parametri principali dell'ambiente luminoso:

Devono essere accuratamente considerati in fase di progetto i seguenti parametri che influenzano la qualità dell'illuminazione:

- *i fattori di riflessione* di soffitti, pareti, pavimenti e piani di lavoro ai fini della distribuzione delle luminanze
- *l'illuminamento generale e direzionale*, garantendo i valori medi indicati per i diversi ambienti e assicurando un'adeguata uniformità di illuminamento tra i diversi compiti visivi e le aree immediatamente circostanti
- *l'abbagliamento molesto*, diretto e/o riflesso, in particolare quando la direzione della visione è al disopra del piano orizzontale. Tale grandezza deve essere valutata utilizzando il nuovo indice unificato dell'abbagliamento UGR (Unified Glare Rating)
- *il colore della luce (della lampada)*, cioè la resa dei colori (Ra) e l'apparenza del colore (temperatura di colore prossimale in gradi K)
- *lo sfarfallamento e l'effetto stroboscopico*, che possono provocare, il primo distrazioni e malesseri fisiologici come l'emicrania; il secondo situazioni pericolose dovute alla modifica di percezione del movimento di macchine in moto rotatorio od alternativo
- *il fattore di manutenzione*, che deve essere calcolato in base al tipo di apparecchio di illuminazione all'ambiente e al programma di manutenzione
- *la luce diurna*, il cui livello e composizione spettrale muta in funzione dell'ora, delle stagioni e delle dimensioni delle finestre, producendo variabilità di percezione. Negli interni con finestre laterali, la luce diurna disponibile decresce rapidamente con la distanza dalla finestra

**Nota:** Per chiarimenti e dettagli sul significato di questi parametri, consultare il cap.4 della Norma UNI EN 12464-1: Luce e illuminazione – Illuminazione dei luoghi di lavoro in interni.

#### **Illuminazione della postazione di lavoro con videotermini:**

L'illuminazione di questi ambienti deve essere appropriata ai diversi compiti visivi, quali la lettura dello schermo, del testo stampato, della scrittura su carta e la visione della tastiera. Particolare attenzione deve essere posta ad evitare le riflessioni dello schermo e, in qualche caso, della tastiera, che possono causare abbagliamento.

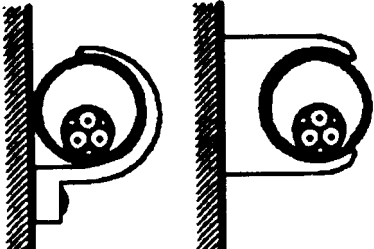
Il progettista deve determinare le zone d'installazione critiche e scegliere apparecchi e loro disposizioni che non producano riflessioni fastidiose anche in funzione del tempo di utilizzo. Nella tabella seguente sono riportati i limiti della luminanza degli apparecchi d'illuminazione per angoli di elevazione di 65° ed oltre, in rapporto alla verticale secondo direzioni che ruotano radialmente attorno agli apparecchi stessi quando installati in locali con gli schermi dei videotermini verticali o inclinati fino a 15° verso l'alto.

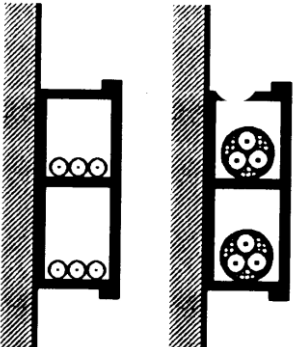
In casi particolari, ad esempio con l'impiego di schermi a contrasto negativo o con inclinazione superiore a 15°, questi limiti di luminanza vanno applicati per angoli di elevazione inferiori (ad esempio 55°).

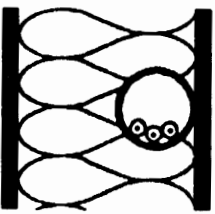
Classe dello schermo secondo ISO 9241-7	I	II	III
Qualità dello schermo	buona	media	bassa
Luminanza media degli apparecchi che sono riflessi dallo schermo	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$

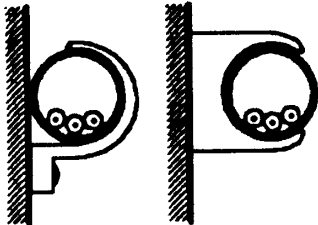
Nelle schede impiantistiche dei singoli ambienti sono riportati i valori d'illuminamento, abbagliamento e resa dei colori richiesti dal presente capitolato.

## **11. APPENDICE: TIPOLOGIE DI POSA DEI CAVI**

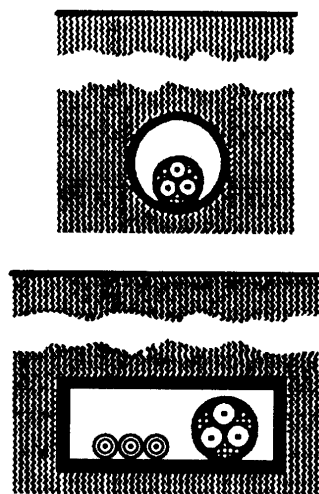
<p><i>CEI 64-8/5 n. 3A</i></p>		<p><i>Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti</i></p>
------------------------------------	---	---

<p><i>CEI 64-8/5 n. 31</i></p>		<p><i>Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina), posati su parete con percorso orizzontale</i></p>
------------------------------------	--	--

<p><i>CEI 64-8/5 n. 1</i></p>	 <p>Vano</p>	<p><i>Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti</i></p>
-----------------------------------	---	--

<p><i>CEI 64-8/5 n. 3</i></p>		<p><i>Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti</i></p>
-----------------------------------	---	--

***CEI 64-8/5  
n. 61***



*Cavi multipolari o unipolari con  
guaina in tubi protettivi interrati  
od in cunicoli interrati*