

REGIONE PIEMONTE  
COMUNE DI ASTI

**PROGETTO ESECUTIVO**

Progettazione Esecutiva relativa a lavori di adeguamento sismico, riqualificazione energetica, abbattimento delle barriere architettoniche e messa in sicurezza edificio della *Scuola Primaria - Rio Crosio* sita in Corso XXV Aprile n° 151 nel Comune di Asti (14100 - AT)

**CUP G31F19000170001**

*PNRR - Missione 4 - Componente 1 - Investimento 3.3*  
*Finanziato dall'Unione Europea - NextGenerationEU*



**DOCUMENTI GENERALI**

**RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO**

DATA:	MAGGIO 2023	PROGETTO ESECUTIVO
REVISIONE:		

CAPOGRUPPO RTP - PROGETTISTA:

Arch. Alberto Vaccario  
Piazza Dante n. 1,  
15020 - Solonghello (AL)  
Tel.: 339 1261982  
E-Mail P.E.C.:  
albertovaccario@pec.albertovaccario.com

\_\_\_\_\_  
TIMBRO E FIRMA

COMMITTENTE:

Comune di Asti  
Piazza San Secondo, 1  
14100 Asti (AT)  
Tel: (+39) 0141.399111  
P.IVA 00072360050  
P.E.C. : protocollo.comuneasti@pec.it

AT-RC\_EDS\_ES\_DOC08.1

\_\_\_\_\_  
TIMBRO E FIRMA

# INDICE

## Indice generale

<b>Indice generale .....</b>	<b>1</b>
<b>1    OGGETTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2    PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....</b>	<b>4</b>
2.1   Sistema in Bassa Tensione .....	4
<b>3    PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....</b>	<b>5</b>
3.1   Sistema in bassa tensione.....	5
<b>4    PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI .....</b>	<b>5</b>
<b>5    CADUTE DI TENSIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>6    MODALITÀ DI CALCOLO CONSIDERATI .....</b>	<b>7</b>
6.1   Protezione contro i sovraccarichi.....	7
6.2   Protezione contro i cortocircuiti .....	7
6.3   Protezione contro i contatti indiretti .....	8
per sistemi TT .....	8
per sistemi TN .....	8
per sistemi IT .....	8
6.4   Energia specifica passante .....	11
$I^2t \leq K^2S^2$ .....	11
6.5   Caduta di tensione (Caso generale).....	11
Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04.....	11
Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto .....	11
Caduta di tensione con carico squilibrato (Ib monofase).....	12
Temperatura a regime del conduttore .....	12
6.6   Lunghezza max protetta per guasto a terra.....	12
6.7   Lunghezza max .....	13
6.8   Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento .....	13

6.9	Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma .....	13
	Correnti di cortocircuito .....	13
	Fattore di tensione .....	14
	Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori .....	14
6.10	Verifica del potere di chiusura in cortocircuito .....	15
	Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito .....	16
6.11	Verifica dei condotti sbarre.....	18
	Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito .....	18
	Verifica della tenuta del condotto sbarre .....	18
6.12	Lettura tabelle riepilogative di verifica .....	18
	Dati relativi alla linea .....	18
	Secondo Tabelle UNEL 35024/1 .....	19
	Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991 .....	19
	Secondo Tabelle UNEL 35024/70 .....	19
6.13	Dati relativi alla protezione .....	20
6.14	Parametri elettrici .....	20
6.15	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1 .....	21
	Cavi Unipolari - Pose .....	22
	Cavi Multipolari - Pose .....	24
	Cavi Unipolari - Portate.....	26
	Cavi Multipolari - Portate .....	28
6.16	Coefficienti di temperatura per pose in aria libera .....	28
6.17	Coefficienti di temperatura per pose interrate.....	29
6.18	Colori distintivi dei conduttori .....	31
6.19	Sigle di designazione dei cavi .....	32
	Esempio di designazione di un cavo.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
6.20	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983.....	33
	Portate in funzione del tipo di posa.....	33
	Cavi Unipolari - Pose .....	35
	Cavi Multipolari - Pose .....	37
6.21	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70 .....	39
6.22	Dati tecnici dei cavi secondo CEI-UNEL 35023:2012.....	41
6.23	Coefficienti di temperatura.....	43
6.24	Verifica della sovratemperatura dei quadri .....	43
	Verifica sovratemperatura secondo CEI 17-43.....	43
	Fattore nominale di contemporaneità (CEI 17-13/1 § 4.7).....	45

Quadri con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A (CEI 23-51 § 6.2) .....	47
<b>7 IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>47</b>
7.1 Illuminazione Ordinaria .....	47
7.2 Illuminazione di Sicurezza.....	48
<b>8 TABELLE DI CALCOLO E DI VERIFICA .....</b>	<b>51</b>
8.1 PREMESSA.....	51
<b>9 CALCOLI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>53</b>
9.1 PREMESSA.....	53

# 1 OGGETTO

La presente relazione ha lo scopo di illustrare, per quanto attiene gli aspetti del dimensionamento degli impianti elettrici, i provvedimenti che si intendono attuare nella realizzazione degli impianti elettrici da svolgere per l'intervento di ristrutturazione ed adeguamento del fabbricato scolastico Rio Crosio sito in C.so XXV Aprile 151 ad Asti (AT).

## 2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

### 2.1 Sistema in Bassa Tensione

La protezione contro i contatti indiretti per detta parte d'impianto esercita a 230/400 V (derivata dalle alimentazione a media tensione), sarà realizzata con la tecnica dell'interruzione automatica dell'alimentazione del circuito di guasto (CEI 64-8, art. 413.1), qualora sulle masse si presenti una tensione di contatto superiore alla tensione di contatto limite convenzionale (UL), che si assume pari a 50 V (CEI 64-8, commento art. 22.4). Dato che il sistema elettrico sarà classificabile come TN-S (CEI 64-8, art. 312.2.1), quindi con neutro e masse collegati con conduttori separati al medesimo impianto di terra, la protezione in oggetto sarà realizzata con la realizzazione dei collegamenti delle masse e masse estranee al suddetto impianto di terra e l'utilizzo di dispositivi a massima corrente (interruttori o fusibili) in grado di intervenire in tempi utili alla protezione delle persone.

In pratica ci si limiterà a verificare che nel caso più sfavorevole, e cioè in fondo al circuito, dove l'impedenza dell'anello di guasto ( $Z_s$ ) è massima, la corrente di guasto a terra ( $I_{cc} F-PE$ ) non sia inferiore alla corrente d'intervento del dispositivo di protezione ( $I_a$ ) entro il tempo d'interruzione considerato (0,4 s o 5 s), per una tensione tra fase e terra ( $U_0$ ) di 230 V. Si soddisferà, quindi, la relazione (CEI 64-8, art. 413.1.3.3):

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Su detti circuiti non sono ovviamente indicate le correnti di guasto minime a fondo linea ( $I_{cc} F-PE$ ), in quanto la relazione suddetta è sicuramente soddisfatta.

In alcuni casi s'impiegheranno componenti elettrici in classe d'isolamento II, normalmente recanti in targa il simbolo del doppio quadrato (CEI 64-8, art. 413.2). Si ricorda che il collegamento a terra dei componenti elettrici di classe II è vietato.

Si precisa, peraltro, che non è richiesto il collegamento a terra di masse di piccole dimensioni (approssimativamente 5x5 cm) che non siano in grado di determinare un contatto significativo con il corpo umano.

Il progetto è stato sviluppato con l'ausilio del software "Progetto Integra" della società Exel s.r.l.: gli elaborati di verifica delle condizioni di protezione contro sovracorrenti per ciascun circuito sono riportati al fondo della presente relazione.

## **3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

### **3.1 Sistema in bassa tensione**

La protezione contro i contatti diretti prevista per l'impianto sarà di tipo totale; essa sarà realizzata mediante:

- isolamento (CEI 64-8, art. 412.1): normalmente da realizzare con l'isolamento principale (CEI 64-8, art. 23.17) per i componenti costruiti in fabbrica, asportabile solo mediante distruzione. In ogni caso il materiale isolante dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto nell'esercizio. Vernici, lacche, smalti e simili non sono in genere da considerare atti ad assicurare un adeguato isolamento per la protezione in oggetto;
- involucri o barriere (CEI 64-8, art. 412.2): elementi che assicurano la protezione in oggetto mediante idonei gradi di protezione (CEI 70-1). Detti elementi dovranno possedere gradi di protezione non inferiori ad IP4X o IPXXD per le superfici superiori orizzontali a portata di mano ed almeno IP2X o IPXXB per le altre superfici. Gli involucri e le barriere dovranno essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali;
- interruttori differenziali (CEI 64-8, art. 412.5): sarà realizzata una protezione addizionale per i circuiti protetti con interruttori differenziali con  $I_{dn}=0,03$  A. Si rammenta che l'uso di tali dispositivi non è riconosciuto quale unico mezzo di protezione contro i contatti diretti e non dispensa dall'applicazione delle altre misure di protezione suddette da prevedere (CEI 64-8, art. 412.5.2).

In particolare, le parti attive entro gli involucri avranno grado di protezione IP20 per la maggior parte dei componenti e saranno accessibili solo togliendo parti di involucri con l'uso (almeno) di attrezzi.

Il progetto è stato sviluppato con l'ausilio del software "Progetto Integra" della società Exel s.r.l.: gli elaborati di verifica delle condizioni di protezione contro sovracorrenti per ciascun circuito sono riportati al fondo della presente relazione.

## **4 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI**

Tutti i circuiti saranno protetti contro il sovraccarico e i dispositivi previsti all'inizio delle condutture. Le sezioni dei cavi saranno scelte in modo da far risultare la corrente d'impiego di ogni circuito ( $I_B$ ) inferiore alla portata in regime permanente della relativa conduttura ( $I_z$ ), nonché inferiore alla corrente nominale (o di regolazione) dell'interruttore automatico di protezione ( $I_n$ ). Le portate dei cavi saranno valutate considerando la temperatura ambiente media di 30 °C e riferite alle condizioni di posa più gravose e/o alla sezione minore derivata; detti valori saranno tratti dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1, compresi i fattori di riduzione della portata per tener conto della posa ravvicinata di altre linee.

In pratica si soddisferanno le seguenti condizioni (CEI 64-8, art. 433.2):

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

Visto l'impiego d'interruttori di protezione conformi alle relative norme di prodotto (CEI 23-3 per i dispositivi ad uso domestico o similare e CEI 17-5 per gli interruttori regolabili) si soddisferà automaticamente la seconda condizione (dove  $I_f$  è la corrente che provoca l'effettivo intervento del dispositivo in condizioni definite). Pertanto per realizzare la protezione contro il sovraccarico con l'impiego di interruttori automatici si osserverà solo la prima condizione.

Nel caso d'impiego di fusibili la condizione da rispettare sarà (dove  $I_n$  in questo caso è la corrente nominale del fusibile):

$$I_B \leq I_n \leq 0,9 \times I_z$$

Si rammenta che i fusibili di tipo aM non devono essere usati per la protezione contro i sovraccarichi (CEI 64-8, commento art. 432.2).

Tutti circuiti saranno protetti contro il cortocircuito con i medesimi dispositivi assicuranti la protezione contro il sovraccarico (CEI 64-8, art. 432.1). Il potere di interruzione (almeno quello estremo,  $I_{cu}$ ) dei dispositivi di protezione prescelti sarà superiore alle massime correnti di guasto ( $I_{cc}$ ). Per quanto attiene alla protezione contro i cortocircuiti che si possono verificare al termine delle linee ( $I_{cc}$  minima), questa sarà sicuramente soddisfatta dato che ogni circuito sarà protetto dal sovraccarico con dispositivi previsti all'inizio delle condutture (CEI 64-8, art. 533.3).

L'energia specifica passanti ( $I^2t$ ) lasciate fluire dai dispositivi di protezione in caso di cortocircuito saranno inferiori a quelle sopportabili dai cavi o sbarre sottese ( $K^2S^2$ ) e corrispondono a quelle riscontrabili sulle curve degli interruttori (di primari costruttori) alle massime correnti di cortocircuito verificabili sui quadri. In pratica saranno soddisfatte le seguenti condizioni (CEI 64-8, art. 434.3):

$$P.d.I. \geq I_{cc} \max$$

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

Le correnti di cortocircuito massime saranno calcolate tenendo conto delle impedenze della rete a media tensione, del trasformatore e dei cavi in funzione delle lunghezze.

Il progetto è stato sviluppato con l'ausilio del software "Progetto Integra" della società Exel s.r.l.: gli elaborati di verifica delle condizioni di protezione contro sovracorrenti per ciascun circuito sono riportati al fondo della presente relazione.

## 5 CADUTE DI TENSIONE

Le sezioni delle linee saranno calcolate mediante le tabelle CEI-UNEL 35024, in maniera di far risultare la caduta di tensione inferiore al 4 % della tensione nominale tra il punto di consegna e qualunque punto dell'impianto.

Si fa presente che cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi d'avviamento o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, a condizione che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative norme CEI (CEI 64-8, art. 525).

Il progetto è stato sviluppato con l'ausilio del software "Progetto Integra" della società Exel s.r.l.: gli elaborati di verifica delle condizioni di protezione contro sovracorrenti per ciascun circuito sono riportati al fondo della presente relazione.

## 6 MODALITÀ DI CALCOLO CONSIDERATI

### 6.1 Protezione contro i sovraccarichi

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove

$I_B$  = Corrente di impiego del circuito

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_z$  = Portata in regime permanente della conduttura

$I_f$  = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale

### 6.2 Protezione contro i cortocircuiti

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$$I_{kMax} \leq P.d.i.$$

$$I^2t \leq K^2 S^2$$

Dove

$I_{kMax}$  = Corrente di cortocircuito massima nel punto di installazione

P.d.I. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

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

$K$  = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi in rame isolati in PVC (76 se alluminio)

143 per cavi in rame isolati in XLPE/EPR (94 se alluminio)



S = Sezione della conduttura

### 6.3 Protezione contro i contatti indiretti

(Norma CEI 64-8/4 -  
413.1.3.3/413.1.3.4/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

#### per sistemi TT

Se 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.

#### per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove

$U_0$  = è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.

$Z_s$  = Impedenza 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 la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale  $U_0$  per i circuiti specificati in 413.1.3.4, ed, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale,  $I_a$  è la corrente differenziale nominale di intervento.

#### per sistemi IT

Se è 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:

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

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.

## 6.4 Energia specifica passante

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove

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

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

Dove

$K$  = coefficiente del tipo di cavo

$S$  = sezione della conduttura

## 6.5 Caduta di tensione (Caso generale)

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

Dove

$I$  = corrente di impiego  $I_B$  o corrente di taratura  $I_n$  espressa in A

$R_l$  = resistenza (alla  $T_R$ ) della linea in  $\Omega/\text{km}$

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

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

$L$  = lunghezza della linea in km

### 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<sub>b</sub> 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 dall'utente (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

## **6.6 Lunghezza max protetta per guasto a terra**

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

Dove

- $I_k \text{ min}$  = 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  $I_d$ .

## 6.7 Lunghezza max

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.

## 6.8 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.

## 6.9 Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma

### Correnti di cortocircuito

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

Dove

per  $I_k$  trifase:  $U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

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

per  $I_k$  fase-fase:  $U_n$  = tensione concatenata

$C$  = fattore di tensione

$$K = 2$$

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

per  $I_k$  fase-neutro:  $U_n =$  tensione concatenata

$C =$  fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

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

per  $I_k$  fase-protezione:  $U_n =$  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

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 1

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

dove la  $R_{20^\circ\text{C}}$  è la resistenza del cavo a  $20^\circ\text{C}$  e  $\theta_e$  è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo. Il valore di default è  $145^\circ\text{C}$  (come riportato nell'esempio di calcolo della norma CEI 11-28).

I valori di resistenza e reattanza utilizzati per i calcoli sono riportati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

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

##### **Premessa**

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

## 6.10 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 $n$
		<u>potere di chiusura in cortocircuito</u> potere di interruzione in

		= <b>cortocircuito</b>
<b><math>4,5 \leq I \leq 6</math></b>	<b>0,7</b>	<b>1,5</b>
<b><math>6 &lt; I \leq 10</math></b>	<b>0,5</b>	<b>1,7</b>
<b><math>10 &lt; I \leq 20</math></b>	<b>0,3</b>	<b>2,0</b>
<b><math>20 &lt; I \leq 50</math></b>	<b>0,25</b>	<b>2,1</b>
<b><math>50 &lt; I</math></b>	<b>0,2</b>	<b>2,2</b>

## 6.11 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:

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

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

## 6.12 Lettura tabelle riepilogative di verifica

Dati relativi alla linea

Sigla = identificativo alfanumerico introdotto nello schema

Sezione = formazione e sezione della conduttura

es.: 4X50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase

es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase (F), neutro (N), protezione (PE); in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.).

(la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle

tabelle)

lunghezza = lunghezza della condotta in metri

#### Secondo Tabelle UNEL 35024/1

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/1U\_\_2/30/1

Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)

Rif. metodo d'installazione \_Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

#### Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/A2\_\_2/30/1

Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)

Rif. metodo d'installazione \_Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 (vedere  
tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

#### Secondo Tabelle UNEL 35024/70

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi (es.115/01-01/30/1)

Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR)

Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva)

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

## 6.13 Dati relativi alla protezione

(letti da archivio apparecchiature)

tipo e curva =	Stringa di testo del tipo di apparecchiatura
numero dei poli =	Poli dell'apparecchiatura
corrente nominale ( $I_n$ ) =	Corrente di taratura della protezione
potere di interruzione (P.d.I.) =	Potere di interruzione della apparecchiatura
corrente differenziale ( $I_d$ ) =	Corrente differenziale della protezione
corrente di intervento =	Corrente di intervento della protezione

## 6.14 Parametri elettrici

$I^2t \leq K^2S^2 =$	(valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)
$I_k$ max a fondo linea =	Corrente di corto circuito massima a fine linea
$I_k$ min a fondo linea =	Corrente di corto circuito minima a fondo linea
$I_{gt}$ fase/protezione a f.l. =	Corrente di corto circuito fase/PE a fondo linea
$I^2t$ inizio linea =	Energia specifica passante massima ad inizio linea
$I^2t$ fondo linea =	Energia specifica passante massima a fondo linea
$K^2S^2 =$	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
$I_B =$	Corrente nominale del carico
$I_n =$	Corrente di taratura della protezione
$I_z =$	Portata della conduttura
$I_f =$	Corrente di funzionamento della protezione
C.d.t. con $I_B =$	Caduta di tensione con la corrente del carico
C.d.t. con $I_n =$	Caduta di tensione con la corrente di taratura
Lungh. max protetta per g.t. =	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A
Lunghezza max =	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di

tensione inferiore al valore massimo impostato.

## **6.15 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1**

Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi delle norme UNEL 35024/1 e UNEL 35026. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

<b>Tipo posa:</b>	riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.
<b>Descrizione:</b>	descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.
<b>Metodo di installazione:</b>	è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 e UNEL 35026 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

Esempio: la posa **"1 / senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti / 1U"** corrisponde a:

1	= Tipo di posa secondo la tabella 52C;
senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	= Descrizione del tipo di posa;
1U	= Prima riga della tabella delle portate dei cavi
Unipolari	

## Cavi Unipolari - Pose

**Tabella 2** - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1, CEI UNEL 35026 e CEI 20-91

UNIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
10	Per il collegamento dei pannelli fotovoltaici	10U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U

24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	in tubi protettivi interrati a contatto	8U
61	in tubi protettivi interrati	9U
62	Interrati a contatto senza protezione meccanica addizionale	8U
62	Interrati senza protezione meccanica addizionale	9U
63	Interrati a contatto con protezione meccanica addizionale	8U
63	Interrati con protezione meccanica addizionale	9U
71	senza guaina in elementi scanalati	1U
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U



## Cavi Multipolari - Pose

**Tabella 3** - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1 e CEI UNEL 35026

MULTIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	
13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M

43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	8M
62	interrati senza protezione meccanica	8M
63	interrati con protezione meccanica	8M
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

## Cavi Unipolari - Portate

**Tabella 4** - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina																						
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm²																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1U	PVC	2	-	14,5	19,5	23,6	34,4	46,6	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		3	-	13,5	18	23,4	34,1	46,2	56	73	89	108	136	164	188	216	248	286	-	-	-	-
	EPR	2	-	19	26	34,5	46,1	61	81	106	131	158	201	241	278	318	364	42	-	-	-	-
		3	-	17	23	31,0	41,4	55	73	95	117	141	179	216	249	285	328	380	-	-	-	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32,1	43,7	57	76	101	125	151	192	232	269	309	355	41	-	-	-	-
		3	12,5	15,5	21	28,8	39,6	51	68	89	110	134	171	207	239	275	319	369	-	-	-	-
	EPR	2	17	23	31	42,4	56,5	73	100	123	148	183	226	266	304	342	395	55	-	-	-	-
		3	15	20	28	37,8	50,6	66	88	111	134	162	201	239	275	315	361	49	-	-	-	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35,6	48,3	63	85	112	138	168	213	253	291	334	392	46	-	-	-	-
		3	-	15,5	21	29,8	40,6	53	76	101	125	151	192	232	269	309	355	41	-	-	-	-
	EPR	2	-	24	33	45,8	61,0	79	107	132	158	196	241	281	319	362	42	-	-	-	-	
		3	-	20	28	38,7	51,1	66	96	121	147	185	229	269	307	350	41	-	-	-	-	
4U	PVC	3	-	19,	26	34	46	61	85	111	137	167	212	252	300	354	48	56	656	749	855	

				5		5	6	3		0	7	7	6	4	8	6	9	5	1			
	EPR	3	-	24	33	4 5	5 8	8 0	10 7	13 5	16 9	20 7	26 8	32 8	38 3	44 4	51 0	60 7	70 3	823	946	1088
5U	PVC	2	-	22	30	4 0	5 2	7 1	96	13 1	16 2	19 6	25 1	30 4	35 2	40 6	46 3	54 6	62 9	754	868	1005
		3	-	19, 5	26	3 5	4 6	6 3	85	11 4	14 3	17 4	22 5	27 5	32 1	37 2	42 7	50 7	58 7	689	789	905
	EPR	2	-	27	37	5 0	6 4	8 8	11 9	16 1	20 0	24 2	31 0	37 7	43 7	50 4	57 5	67 9	78 3	940	1083	1254
		3	-	24	33	4 5	5 8	8 0	10 7	14 1	17 6	21 6	27 9	34 2	40 0	46 4	53 3	63 4	73 6	868	998	1151
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	14 6	18 1	21 9	28 1	34 1	39 6	45 6	52 1	61 5	70 9	852	982	1138
		3	-	-	-	-	-	-	-	14 6	18 1	21 9	28 1	34 1	39 6	45 6	52 1	61 5	70 9	852	982	1138
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	18 2	22 6	27 5	35 3	43 0	50 0	57 7	66 1	78 1	90 2	1085	1253	1454
		3	-	-	-	-	-	-	-	18 2	22 6	27 5	35 3	43 0	50 0	57 7	66 1	78 1	90 2	1085	1253	1454
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	13 0	16 2	19 7	25 4	31 1	36 2	41 9	48 0	56 9	65 9	795	920	1070
		3	-	-	-	-	-	-	-	13 0	16 2	19 7	25 4	31 1	36 2	41 9	48 0	56 9	65 9	795	920	1070
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	16 1	20 1	24 6	31 8	38 9	45 4	52 7	60 5	71 9	83 3	1008	1169	1362
		3	-	-	-	-	-	-	-	16 1	20 1	24 6	31 8	38 9	45 4	52 7	60 5	71 9	83 3	1008	1169	1362

## Cavi Multipolari - Portate

**Tabella 5** - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari																						
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm <sup>2</sup>																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1M	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-
		3	-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-
	EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-
		3	-	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-
		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-
		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-	-
3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-
		3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-	-
	EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-	-
		3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-	-
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-	-
		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-	-
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-	-
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-	-

## 6.16 Coefficienti di temperatura per pose in aria libera

**Tabella 6** - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da:  $I_T = I_{30^\circ} * K$

Dove

$I_T$  = è la portata del cavo alla temperatura considerata

$I_{30^\circ}$  = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

$K$  = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0,91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0,61	0.76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

## 6.17 Coefficienti di temperatura per pose interrato

**Tabella 7** - Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa ( $K_1$ ) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interrate.

La portata in tal caso è data da:  $I_T = I_{20^\circ} * K$

Dove

$I_T =$  è la portata del cavo alla temperatura considerata

$I_{20^\circ} =$  è la portata del cavo alla temperatura di 20°C

$K =$  è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	EPR
10	1,10	1,07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

## 6.18 Colori distintivi dei conduttori

**Tabella 8** - Colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	<p>Riservato esclusivamente ai conduttori di terra, di protezione di collegamenti equipotenziali.</p> <p>I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti:</p> <p>Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità;</p> <p>Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.</p>
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase.

**Tabella 9** - Sezioni minime dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 514)

0,5 mm <sup>2</sup>	Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando. Se questi circuiti sono elettronici è ammessa anche la sezione di 0,1 mm <sup>2</sup> .
0,75 mm <sup>2</sup>	Conduttore mobile con cavi flessibili (con e senza guaina).
1,5 mm <sup>2</sup>	Circuiti di potenza.



## 6.19 Sigle di designazione dei cavi

**Tabella 10** - Sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i>	<i>A</i>
	Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i>	
	Tipo nazionale..... <i>N</i>	
Tensione nominale	300/300 V..... <i>03</i>	
	300/500 V..... <i>05</i>	
	450/750 V..... <i>07</i>	
	0,6/1 kV..... <i>1</i>	
Isolante	PVC..... <i>V</i>	
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Gomma siliconica..... <i>S</i>	
	Gomma etilenpropilenica..... <i>B</i>	
	Gomma Butilica..... <i>B3</i>	
	Polietilene..... <i>E</i>	
	Polietilene reticolato..... <i>X</i>	
Guaina (eventualmente)	PVC..... <i>V</i>	<i>B</i>
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Policloroprene..... <i>N</i>	
	Treccia di fibra di vetro..... <i>J</i>	
	Treccia Tessile..... <i>T</i>	
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... <i>H</i>	
	Cavo piatto, anime non divisibili..... <i>H2</i>	
	Cavo rotondo (nessun simbolo)	

Conduttore	A filo unico rigido..... <i>U</i>	
	A corda rigida..... <i>R</i>	
	A corda flessibile per posa fissa..... <i>K</i>	
	A corda flessibile per posa mobile... <i>F</i>	
	A corda flessibilissima..... <i>H</i>	
Numero di anime..... ..		C
Senza conduttore di protezione..... <i>X</i>		
Con conduttore di protezione..... <i>G</i>		
Sezione del conduttore..... ..		

## 6.20 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983

Portate in funzione del tipo di posa

**Tabella 11** - Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm <sup>2</sup>														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XLPE	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
	EPR	3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XLPE	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
	EPR	3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-

		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XLPE	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
	EPR	3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XLPE	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
	EPR	3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XLPE	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
	EPR	3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XLPE	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
	EPR	3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XLPE	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
	EPR	3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
	XLPE	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
	EPR	3 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XLPE/EPR	3 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note:

(1) - Disposti a trefolo

(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

## Cavi Unipolari - Pose

**Tabella 12** - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	UNIPOLARI	
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2

25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

### Cavi Multipolari - Pose

**Tabella 13** - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	MULTIPOLARI	
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2

34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

## 6.21 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

**Tabella 14** - Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03	04	05	06	07
tipo conduttore	multipolari	unipolari	unipolari non distanziati		multipolari distanziati	unipolari distanziati	
		con o senza guaina	senza guaina	con guaina		senza guaina	con guaina
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle	su passerelle a parete su fune portante	su passerelle a parete	su passerella	su passerella su isolatori
portata↓	Protezione conduttori: PVC o Gomma G ↓ numero di conduttori						
01	4						
02		3	4		4		
03	4		2	3	4	3	
04		3	4	2	3	4	2
05			2	3	4	2	3
06				2	3		2
07						2	
08							2-3-4
Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR							
		01	02	03	04	05	06
							07
							08



SEZIONE ↓		PORTATE ↓							
a	1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23
b	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29
c	2,5	19	21	24	26	30	33	37	40
d	4	25	28	32	35	40	45	50	55
e	6	32	36	41	46	52	58	64	70
f	10	44	50	57	63	71	80	88	97
g	16	59	68	76	85	96	107	119	130
h	25	75	89	101	112	127	142	157	172
i	35	97	111	125	138	157	175	194	213
j	50	-	134	151	168	190	212	235	257
k	70	-	171	192	213	242	270	299	327
l	95	-	207	232	258	293	327	362	396
m	120	-	239	269	299	339	379	419	458
n	150	-	275	309	344	390	435	481	527
o	185	-	314	353	392	444	496	549	602
p	240	-	369	415	461	522	584	645	707

## 6.22 Dati tecnici dei cavi secondo CEI-UNEL 35023:2012

**Tabella 15** - Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella CEI-UNEL 35023 del 2012 (valori alla temperatura di 90°C per isolamento in EPR e di 70°C per isolamento in PVC)

<b>EPR</b>	<b>Cavi unipolari</b>		<b>Cavi Multipolari</b>	
<b>Sezione mm<sup>2</sup></b>	<b>R<sub>90 °C</sub> [mΩ/m]</b>	<b>X [mΩ/m]</b>	<b>R<sub>90 °C</sub> [mΩ/m]</b>	<b>X [mΩ/m]</b>
<b>1,5</b>	16,96	0,144	16,96	0,100
<b>2,5</b>	10,17	0,132	10,17	0,094
<b>4</b>	6,31	0,122	6,31	0,087
<b>6</b>	4,21	0,114	4,21	0,083
<b>10</b>	2,44	0,105	2,44	0,078
<b>16</b>	1,54	0,098	1,54	0,075
<b>25</b>	0,99	0,093	0,99	0,074
<b>35</b>	0,71	0,089	0,71	0,072
<b>50</b>	0,49	0,085	0,49	0,071
<b>70</b>	0,35	0,084	0,35	0,070
<b>95</b>	0,26	0,083	0,26	0,069
<b>120</b>	0,21	0,080	0,21	0,069
<b>150</b>	0,17	0,080	0,17	0,069
<b>185</b>	0,14	0,080	0,14	0,069
<b>240</b>	0,11	0,078	0,11	0,069
<b>300</b>	0,085	0,076	0,085	0,068
<b>400</b>	0,067	0,076	0,067	0,068
<b>500</b>	0,053	0,074		
<b>630</b>	0,043	0,073		

<b>PVC</b>	<b>Cavi unipolari</b>	<b>Cavi Multipolari</b>
------------	-----------------------	-------------------------

<b>Sezione mm<sup>2</sup></b>	<b>R<sub>70 °C</sub> [mΩ/m]</b>	<b>X [mΩ/m]</b>	<b>R<sub>70 °C</sub> [mΩ/m]</b>	<b>X [mΩ/m]</b>
<b>1,5</b>	15,91	0,145	15,91	0,105
<b>2,5</b>	9,55	0,132	9,55	0,096
<b>4</b>	5,92	0,127	5,92	0,096
<b>6</b>	3,95	0,119	3,95	0,091
<b>10</b>	2,29	0,110	2,29	0,085
<b>16</b>	1,45	0,102	1,45	0,080
<b>25</b>	0,93	0,097	0,93	0,079
<b>35</b>	0,66	0,092	0,66	0,076
<b>50</b>	0,46	0,089	0,46	0,076
<b>70</b>	0,33	0,085	0,33	0,074
<b>95</b>	0,25	0,085	0,25	0,074
<b>120</b>	0,19	0,082		
<b>150</b>	0,16	0,082		
<b>185</b>	0,13	0,081		
<b>240</b>	0,099	0,080		

### 6.23 Coefficienti di temperatura

**Tabella 16** - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.

La portata in tal caso è data da:  $I_T = I_{30^\circ} \cdot K$

dove  $I_T$  = è la portata del cavo alla temperatura considerata

$I_{30^\circ}$  = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

### 6.24 Verifica della sovratemperatura dei quadri

Verifica sovratemperatura secondo CEI 17-43

#### **Campo di applicazione (CEI 17-43 § 2)**

Il presente metodo si applica ad ANS chiuse in involucri o a scomparti separati di ANS senza ventilazione forzata.

*Note: 1. L'influenza dei materiali e lo spessore delle pareti usualmente adottati per gli involucri sulle temperature a regime è trascurabile. Il metodo è perciò applicabile agli involucri in lamiera d'acciaio, in lamiera di alluminio, in ghisa, in materiali isolanti e similari.*

2. *Per ANS di tipo aperto e con protezione frontale, non è necessaria la determinazione delle sovratemperature qualora sia evidente che le temperature dell'aria non sono suscettibili di eccessivi aumenti.*

### **Oggetto (CEI 17-43 § 3)**

Il metodo proposto permette di determinare la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro.

*Nota: La temperatura dell'aria interna all'involucro è uguale alla temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro più la sovratemperatura dell'aria interna all'involucro dovuta alla potenza dissipata dall'apparecchiatura installata.*

*Salvo specificazione contraria, la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS è la temperatura specificata per ANS per installazione all'interno (valore medio su 24 ore) di 35 °C. se la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS nel luogo di utilizzo supera i 35 °C, questa temperatura più elevata è considerata la temperatura dell'aria ambiente dell'ANS.*

### **Condizioni di applicazione (CEI 17-43 § 4)**

Questo metodo di calcolo è applicabile solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- La ripartizione della potenza dissipata all'interno dell'involucro è sostanzialmente uniforme;
- L'apparecchiatura installata è disposta in modo da non ostacolare, se non in maniera modesta, la circolazione dell'aria;
- L'apparecchiatura installata è prevista per c.c. o per c.a. fino a 60 Hz compresi, con la somma delle correnti dei circuiti di alimentazione non superiore a 3150 A;
- I conduttori che trasportano le correnti elevate e le parti strutturali sono disposti in modo che le perdite per correnti parassite siano trascurabili;
- per gli involucri con aperture di ventilazione, la sezione delle aperture d'uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nell'ANS o in uno dei suoi scomparti;
- qualora gli involucri con aperture esterne di ventilazione siano suddivisi in celle, la superficie delle aperture esterne di ventilazione in ogni diaframma interno orizzontale deve essere almeno uguale al 50% della sezione orizzontale della cella.

### **Informazioni necessarie per il calcolo (CEI 17-43 § 5.1)**

Per calcolare la sovratemperatura dell'aria all'interno di un involucro sono necessari i seguenti dati:

- dimensioni dell'involucro: altezza/larghezza/profondità;

- tipo di installazione dell'involucro;
- progetto dell'involucro, per esempio con o senza aperture di ventilazione;
- numero di diaframmi orizzontali interni;
- potenze dissipate effettive dell'apparecchiatura installata nell'involucro;
- potenze dissipate effettive ( $P_n$ ) dei conduttori.

#### Fattore nominale di contemporaneità (CEI 17-13/1 § 4.7)

##### **(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)**

Il fattore nominale di contemporaneità di una APPARECCHIATURA o di parte di essa avente diversi circuiti principali (per esempio uno scomparto o una frazione di scomparto), è il rapporto tra il valore massimo della somma, in un momento qualsiasi, delle correnti effettive che passano in tutti i circuiti principali considerati e la somma delle correnti nominali di tutti i circuiti principali dell' APPARECCHIATURA o della parte considerata di questa.

Quando il costruttore assegna un fattore nominale di contemporaneità, questo fattore deve essere usato per la prova di sovratemperatura conformemente alla 8.2.1.

*Nota: In assenza di informazioni relative ai valori delle correnti effettive, possono essere utilizzati i seguenti valori convenzionali:*

<b>Numero di circuiti</b>	<b>Fattore di contemporaneità</b>
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 e 9 (compreso)	0,7
10 e oltre	0,6

Tali coefficienti sono utilizzati sulle partenze; mentre sugli arrivi si effettua la sommatoria delle In a valle e se tale somma è inferiore alla In del generale ne si esegue il rapporto se no si imposta il valore di K pari a 1.

Verifica sovratemperatura secondo CEI 23-51

#### **Campo di applicazione (23-51 § 1.2)**

La presente Norma Sperimentale si applica ai quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare realizzati assemblando involucri vuoti, conformi alla Norma Sperimentale CEI 23-49, con dispositivi di protezione ed apparecchi elettrici che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.

Tali quadri devono essere:

- adatti ad essere utilizzati a temperatura ambiente normalmente non superiore a 25 °C ma che occasionalmente può raggiungere i 35 °C;
- destinati all'uso in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 440 V;
- con corrente nominale in entrata non superiore a 125 A (vedi Nota 1);
- con corrente presunta di cortocircuito nominale non superiore a 10 kA o protetti da dispositivi di protezione limitatori di corrente aventi corrente di picco limitata non eccedente 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile ai terminali dei circuiti di entrata del quadro;
- destinati ad incorporare apparecchi di protezione e manovra per uso domestico e similare con corrente nominale non superiore a 125 A.

*Note: 1. Se il quadro è alimentato da più linee contemporaneamente, tale limite si riferisce alla*

*somma delle correnti entranti.*

*2. In mancanza di Norme per altri tipi di quadri, la presente Norma può fornire indicazioni*

*per la loro realizzazione purché venga rispettato quanto indicato nel presente paragrafo.*

La presente Norma Sperimentale non prende in considerazione gli involucri da parete, da incasso e semiincasso destinati ad apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quali ad esempio interruttori elettronici, prese a spina, relè, piccoli interruttori differenziali o differenziali magnetotermici o piccoli interruttori automatici (vedi Norma CEI 23-49).

Si intendono apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quelli che si installano nelle scatole di cui alla Norma CEI 23-74.

Fattore di contemporaneità (23-51 § 4.9)

### **(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)**

Coefficiente che tiene conto della probabilità che tutti i carichi collegati ai circuiti di uscita possano essere utilizzati contemporaneamente.

Esso si applica ai circuiti di uscita del quadro.

Il fattore di contemporaneità (K) può essere fissato tenendo conto:

- del tipo di utenza (abitazione, ufficio, negozio);
- della natura dei carichi e loro utilizzazione nella giornata;

- del rapporto tra la corrente nominale del quadro (Inq) e la somma delle correnti di tutti gli apparecchi di protezione e manovra in uscita (Inu).

In mancanza di informazioni sui valori effettivi delle correnti in uscita dei circuiti del quadro, si può fare ricorso ai seguenti valori:

<b>Numero di circuiti</b>	<b>Fattore di contemporaneità</b>
2 e 3	0,8
4 e 5	0,7
6 e 9 (compreso)	0,6
10 e oltre	0,5

#### Quadri con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A (CEI 23-51 § 6.2)

Sui quadri, con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A, si devono effettuare soltanto le verifiche prescritte ai punti 1 e 11 della Tabella 1 di pagina 9 di tale norma.

*Nota Nel caso in cui il quadro abbia masse, si deve effettuare anche la prova 9 relativa all'efficienza*

*del circuito di protezione.*

Per la dichiarazione di conformità del quadro alla regola dell'arte è stato predisposto un facsimile nell'Allegato A (certificazione verifica sovratemperatura).

Per la stesura dello schema del quadro si può fare riferimento all'Allegato C (schema unifilare).

Altre tipologie di quadri con corrente nominale in entrata non superiore a 125 A (CEI 23-51 § 6.3)

Per tutte le altre tipologie di quadri diverse da 6.2 e che ricadono nel campo di applicazione della presente Norma, si devono effettuare le verifiche e prove prescritte ai punti 1, 2, 3, 9 e 11 della Tabella 1, tenendo conto delle indicazioni fornite dal costruttore dell'involucro.

La verifica dei limiti di sovratemperatura può essere fatta in accordo con l'Allegato B della presente Norma.

## **7 IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE**

### **7.1 Illuminazione Ordinaria**

I parametri illuminotecnici per gli ambienti nei quali è prevista la realizzazione dell'impianto di illuminazione, indicati dalla norma EN 12464-1 ed eventualmente integrati con le prescrizioni di legge e con le informazioni fornite dalla committente, sono riportati nel seguente prospetto



(per le tipologie di locali e/o di attività non espressamente previste dalla citata norma si sono assunti parametri per analogia con attività simili confrontabili, e comunque assunti in accordo con la committente):

Tipo di zona, compito o attività	Illuminamento Medio (lx)
Locali impianti, sala interruttori	200
Mensa	500
Spogliatoio	200
Laboratori	500
Aule	300
Sicurezza	1 lux medio ovunque 5 lux vie di esodo

In cui:

**Illuminamento da mantenere:** valore al di sotto del quale non deve scendere l'illuminamento medio sulla superficie specificata. E' stato preso in considerazione il valore di riferimento previsto dalla norma EN 12464-1 che si utilizza, per ciascuna attività considerata, nei casi normali; tale valore è da rispettare per le zone di lavoro (zona del compito visivo ovvero parte del luogo di lavoro dove il compito visivo viene espletato) e per la zona immediatamente circostante (fascia di 0,5 m di larghezza circostante la zona di lavoro);

**Ra:** indice di resa cromatica (da fornire a cura del costruttore delle lampade);

**Limite del grado unificato di abbagliamento UGR:** identifica il limite del grado unificato di abbagliamento. Il costruttore degli apparecchi di illuminazione deve fornire i dati UGR risultanti dal metodo tabulare in conformità alla pubblicazione CIE 117 oppure può calcolare UGR prendendo in considerazione rapporti più elevati di quelli descritti nella pubblicazione CIE 117, ma deve dichiarare questo rapporto.

In base ai parametri individuati nel prospetto sopra riportato, si sono definite le caratteristiche dell'impianto di illuminazione da realizzare, determinando il numero di apparecchi da installare tramite appositi software di calcolo; i risultati dei calcoli illuminotecnica, relativi all'illuminazione normale dei principali ambienti, sono riportati nell'appendice 1.

## 7.2 Illuminazione di Sicurezza

La necessità dell'impianto di illuminazione di sicurezza deriva indirettamente dall'applicazione del D.Lgs. 81/2008 s.m.i. in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Tale impianto è volto a realizzare l'illuminazione antipanico e delle vie di esodo. Si ricorda che l'illuminazione antipanico vuole evitare l'insorgere del panico a causa della situazione di buio improvvisa che si determina in mancanza dell'illuminazione ordinaria, mentre l'illuminazione delle vie di esodo è finalizzata a evidenziare quei percorsi, da utilizzare in caso di emergenza (es. incendio) per raggiungere i luoghi sicuri.

Le vie di esodo devono essere facilmente identificabili e segnalate, senza ostacoli al deflusso delle persone. L'illuminazione di sicurezza evidenzierà infine le uscite di sicurezza, cioè quelle porte o varchi equivalenti destinate ad essere utilizzate in caso di emergenza; le uscite di sicurezza conducono alle vie di esodo e sono contrassegnate da un cartello di esodo.

L'impianto di illuminazione di emergenza prevede l'impiego di corpi illuminanti dedicati a tale funzione, completi di batterie autonome di funzionamento aventi autonomia minima 1h;

La segnaletica dedicata all'illuminazione di sicurezza, intesa per l'individuazione dei percorsi di esodo sarà realizzata mediante corpi illuminanti dedicati illuminati su entrambe le facciate e quindi per posa a sospensione, del tipo SA completi di kit inverter.

*Prescinde dal presente progetto la segnaletica di sicurezza, che deve essere apposta dal Datore di lavoro secondo quanto previsto dalla vigente normativa.*

Per il dimensionamento dell'impianto di illuminazione di sicurezza, si è tenuto conto dei seguenti fattori:

- caratteristiche dei locali e delle attività svolte;
- tipologia e percorso delle vie di esodo;
- ubicazione delle uscite di sicurezza, applicando, per quanto possibile, le prescrizioni fornite in merito dalla norma UNI EN 1838.
- L'impianto verrà quindi dimensionato in modo da garantire:
- un illuminamento medio in esercizio di circa 0,5 lux <sup>1</sup>;
- un rapporto fra illuminamento massimo e minimo sull'asse delle vie di esodo non superiore a 40;
- un illuminamento di 5 lux in corrispondenza di uscite di sicurezza, cambi di direzione e/o di livello dei percorsi di esodo, incroci di corridoi, quadri elettrici, attrezzature antincendio, punti di segnalazione di emergenza.

Gli apparecchi di illuminazione di sicurezza saranno quindi dislocati in modo opportuno, tenuto conto delle prescrizioni normative e della situazione specifica; sarà inoltre dislocato un apparecchio in corrispondenza di ciascuna uscita di sicurezza.

In base ai parametri individuati nel prospetto sopra riportato, si sono definite le caratteristiche

---

<sup>1</sup> I valori di illuminamento in lux si intendono a piano pavimento.

dell'impianto di illuminazione da realizzare, determinando il numero di apparecchi da alimentare tramite appositi software di calcolo; i risultati dei calcoli illuminotecnici relativi all'illuminazione di sicurezza dei principali ambienti sono riportati nell'appendice 1.

## 8 TABELLE DI CALCOLO E DI VERIFICA

### 8.1 PREMESSA

Sono di seguito riportate le tabelle che riportano i diversi parametri calcolati per le linee elettriche e relative verifiche.

*I calcoli sono stati sviluppati sulla base delle caratteristiche costruttive tipo degli apparecchi di una marca tra le più note, ma ovviamente i contenuti e le considerazioni di calcolo sono di valenza generale e si potrebbero pertanto estendere ad apparecchi di analoghe caratteristiche ma di costruttori diversi.*

Il progetto è stato sviluppato con l'ausilio del software "Progetto Integra" della società Exel s.r.l.: gli elaborati di verifica delle condizioni di protezione contro sovracorrenti per ciascun circuito sono riportati nelle pagine a seguire.

*Allegato 1 – Calcoli Quadri elettrici*

## **9 CALCOLI ILLUMINAZIONE**

### **9.1 PREMESSA**

Nelle pagine che seguono sono riportati i calcoli per determinare i livelli di illuminamento nelle condizioni ordinarie delle aree oggetto d'intervento.

Il metodo di calcolo utilizzato è quello del "flusso totale".

I calcoli sono stati sviluppati sulla base delle caratteristiche costruttive tipo degli apparecchi illuminanti di marche tra le più note. Ovviamente i contenuti e le considerazioni tecniche di calcolo sono di valenza generale e si potrebbero pertanto estendere ad apparecchi di analoghe caratteristiche ma di costruttori diversi.

*Allegato 2 – Calcoli illuminotecnici*