

Progetto

Programma europeo Urban Innovative Actions (UIA)- Prato Urban Jungle (PUJ).

Progetto Pilota 2 - "Complesso EPP di Via Turchia - Interventi di NBS outdoor".

COMUNE DI PRATO

Sindaco	Matteo Biffoni
Assessore all'Urbanistica e Ambiente	arch. Valerio Barberis
Servizio Urbanistica e Protezione Civile - Dirigente	arch. Pamela Bracciotti
Coordinamento Tecnico per l'AC	arch. Antonella Perretta
Responsabile Unico del Procedimento	arch. Luca Piantini
RUP in Fase di Esecuzione/Responsabile Tecnico per EPP	ing. Giulia Bordina

Progettazione opere architettoniche e verde



Milan via G. Donizetti 4, 20122 Milano,
t +39 0255014101 / f +39 023676918
studio@stefano-boeriarchitetti.net

arch. Stefano Boeri, Francesca Cesa Bianchi, Maria Chiara Pastore, Rossana Narvaez, Livia Shamir, Benedetta Cremaschi, Federico Panella, Sofia Paoli, Mattia Tettoni

Progettazione opere strutturali



Milan viale Sarca, 336/f - 20126 Milano - It
t +39 02 700 065 30 fax: +39 02 710 911 87
info@sceproject.it h

ing. Manuela Fantini

Progettazione impianti



Firenze Manifattura Bracciosi via delle Cascine, 33
t +39 02 700 065 30 fax: +39 02 710 911 87
info@pnat.net

Antonio Girardi, Cristiana Favetti, Camilla Pandolfi, Elisa Masi, Antonio Sarpatò, Matteo de Rossi, Matteo Masi, Livia Pacini, Werther Guidi Nissim

Agronomo



Milano via L.A. Muratori 46/9, 20135 Milano - It
t +39 02 545 41 80 fax: +39 02 545 41 80
studio@lauragatti.it

dott. agr. Laura gatti con Marco Peterle, Luca M. Leporati

Computo metrico estimativo



andrej mikuz architetto

Milano piazza imerio 6, 20146 Milano - It
t +39 348 3101 444
info@andrejmikuz.com

arch. Andrej Mikuz

Coordinamento progetto PUJ

Rosanna Tocco, Antonella Perretta, Tommaso Bigagli, Paolo Guarnieri, Letizia Benigni, Besnik Mehmeti, Lorena Vidas

H
G
F
E
D
C
B
A

revisione data

emissione 18.06.2021

livello

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

elaborato

IMPIANTI ELETTRICI A SERVIZIO
DELL'IMPIANTO DI IRRIGAZIONE
RELAZIONE DI CALCOLO

commessa

CMP. PRAU. 05

scala

-

formato

A4

n. tavola

PE V

110 002 01

Fase | Ambito | Edificio | Categoria | Numero | Emissione

Spazio riservato agli uffici



Edilizia Popolare Pratese di via Turchia

Impianti elettrici a servizio
dell'impianto di irrigazione:
Relazione di calcolo

Status: **Progetto esecutivo**

Data: **08/06/2021**

A cura di :



PNAT
INSPIRED
BY PLANTS



Studio Tecnico Associato
MULTIMPIANTI
Via M. Polo 68/a
30015 Chioggia (VE)

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu



Relazione di calcolo

1.1 RETE DISTRIBUZIONE ENERGIA / F.M.

RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \phi}$$

nella quale:

- § $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- § $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \phi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} \mathbf{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\phi} = I_b (\cos \phi - j \sin \phi) \\ \mathbf{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\phi - 2\pi/3)} = I_b \left(\cos \phi - \frac{2\pi}{3} \frac{\phi}{\phi} - j \sin \phi - \frac{2\pi}{3} \frac{\phi}{\phi} \right) \\ \mathbf{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\phi - 4\pi/3)} = I_b \left(\cos \phi - \frac{4\pi}{3} \frac{\phi}{\phi} - j \sin \phi - \frac{4\pi}{3} \frac{\phi}{\phi} \right) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\mathbf{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle (SP_d a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \phi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle (SQ_d a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

Relazione di calcolo

$$\cos \varphi = \cos \varphi_{\text{arc tan}} \frac{P_n}{Q_n}$$

Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$\begin{aligned} a) \quad I_b &\leq I_n \leq I_z \\ b) \quad I_f &\leq 1.45 I_z \end{aligned}$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- § condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- § conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Possono essere applicate ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

Relazione di calcolo

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- § tipo di materiale conduttore;
- § tipo di isolamento del cavo;
- § numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- § eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z\min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

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

Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 115$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 135$
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	$K = 143$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 200$
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie H nudo:	$K = 200$
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	$K = 74$
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	$K = 92$

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Relazione di calcolo

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

Dimensionamento dei conduttori di neutro

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

- § il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- § la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- § la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- § determinazione in relazione alla sezione di fase;
- § determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- § determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

Relazione di calcolo

$$\begin{aligned}
 S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\
 S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2
 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e verrà determinata la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Dimensionamento dei conduttori di protezione

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

- § determinazione in relazione alla sezione di fase;
- § determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned}
 S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\
 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\
 S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2
 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

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

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- § 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;

Relazione di calcolo

§ 4 mm² o 16 mm² alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- § 25 mm², se in rame;
- § 35 mm², se in alluminio;

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \frac{a_{cavo}}{e} \times \frac{I_b^2}{I_z^2} \times \frac{\theta}{\theta_0}$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \frac{a_{cavo}}{e} \times \frac{I_n^2}{I_z^2} \times \frac{\theta}{\theta_0}$$

espresse in °C.

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

Il coefficiente *a_{cavo}* è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max_{i=1}^k \left| \sum_{j=R,S,T} Z_{f_i} \times I_j - Z_{n_i} \times I_n \right| \times \frac{\theta}{\theta_0} \quad \theta_{f=R,S,T}$$

- con *f* che rappresenta le tre fasi R, S, T;
- con *n* che rappresenta il conduttore di neutro;
- con *i* che rappresenta le *k* utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \times I_b \times \frac{L_c}{1000} \times (R_{cavo} \times \cos j + X_{cavo} \times \sin j) \times \frac{100}{V_n}$$

con:

- § *Kcdt* = 2 per sistemi monofase;
- § *Kcdt* = 1.73 per sistemi trifase.



Relazione di calcolo

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in W/km.

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X_{cavo} = \frac{f}{50} \times X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- § in bassa tensione
- § in media tensione
- § in alta tensione
- § ad impedenza nota
- § in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

Relazione di calcolo

- § tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- § corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- § corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mW:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \times I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos f_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos f_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos f_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos f_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos f_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos f_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos f_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos f_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos f_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mW:

$$R_d = Z_{cctrif} \times \cos f_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in mW:

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare.

Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \times V_2}{\sqrt{(2 \times R_d + R_0)^2 + (2 \times X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \times \cos j_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

Relazione di calcolo

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \times V}{I_{k1}} \times \cos j_{cc} - 2 \times R_d$$

$$X_0 = R_0 \times \sqrt{\frac{1}{(\cos j_{cc})^2} - 1}$$

Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- § guasto trifase (simmetrico);
- § guasto bifase (disimmetrico);
- § guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- § guasto bifase-terra (disimmetrico);
- § guasto fase terra (disimmetrico);
- § guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mW risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di

Relazione di calcolo

guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\ X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\ X_{0bPE} &= X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db}) \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mW:

$$\begin{aligned} R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\ X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\ R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\ X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\ R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\ X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up} \end{aligned}$$

Relazione di calcolo

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.
Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mW) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \times \sqrt{(2 \times R_d + R_{0PE})^2 + (2 \times X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase $I_{k \max}$, fase neutro $I_{k1N \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$I_p = k \times \sqrt{2} \times I_{k \max}$$

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

$$I_{p1PE} = k \times \sqrt{2} \times I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = k \times \sqrt{2} \times I_{k2 \max}$$

dove:

Relazione di calcolo

$$k \gg 1.02 + 0.98 e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- § guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- § la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{min} , che può essere 0.95 se $C_{max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{min} è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

Relazione di calcolo

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$

$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$

$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$

$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \times \frac{Z_0 - a \cdot Z_i}{Z_d \cdot Z_i + Z_d \cdot Z_0 + Z_i \cdot Z_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

Motori asincroni

Le variabili caratteristiche del motore sono:

- § U_m tensione nominale del motore [V] (concatenata per motori trifasi, di fase per motori monofasi collegati fase-neutro o fase-fase);
- § I_{rm} corrente nominale del motore [A];
- § S_{rm} potenza elettrica apparente nominale [kVA];
- § P numero di coppie polari;
- § I_{lr}/I_{rm} rapporto tra la corrente a motore bloccato (di c.c.) e la corrente nominale del motore;
- § Fattore di potenza allo spunto.
- § Possibilità di avviamento stella/triangolo per i motori trifasi, per cui si diminuisce I_{lr}/I_{rm} di 3.

Si calcola l'impedenza del motore:

$$Z_M = \frac{1}{I_{lr}/I_{rm}} \times \frac{U_m^2}{S_{rm}}$$

Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Se il motore (o generatore) è vicino al punto di guasto, occorre calcolare i coefficienti m e q per ottenere la corrente di interruzione i_b tenendo conto del tempo di ritardo (di default pari a 0.02s).

Il coefficiente m si calcola secondo la seguente tabella:

Relazione di calcolo

$$\begin{aligned}
 m &= 0.84 + 0.26 \times e^{-0.26(I_{lr}/I_m)} & t_{\min} &= 0.02 s \\
 m &= 0.71 + 0.51 \times e^{-0.30(I_{lr}/I_m)} & t_{\min} &= 0.05 s \\
 m &= 0.62 + 0.72 \times e^{-0.32(I_{lr}/I_m)} & t_{\min} &= 0.10 s \\
 m &= 0.56 + 0.94 \times e^{-0.38(I_{lr}/I_m)} & t_{\min} &= 0.25 s
 \end{aligned}$$

se $I_{lr}/I_m \leq 2$ allora $m=1$.

Per il coefficiente q si deve prendere la potenza attiva meccanica espressa in MW e dividerla per il numero di coppie polari P al fine di ottenere la variabile m:

$$m = \frac{S_{rm} \times \cos j \times h}{1000 \times P}$$

con $\cos j$ fattore di potenza e h rendimento del motore.

Quindi:

$$\begin{aligned}
 q &= 1.03 + 0.12 \times \ln m & t_{\min} &= 0.02 s \\
 q &= 0.79 + 0.12 \times \ln m & t_{\min} &= 0.05 s \\
 q &= 0.57 + 0.12 \times \ln m & t_{\min} &= 0.10 s \\
 q &= 0.26 + 0.10 \times \ln m & t_{\min} &= 0.25 s
 \end{aligned}$$

Se $q > 1$ si pone $q=1$.

Si divide Z_M per i coefficienti m e q per ottenere l'impedenza equivalente vista al momento del guasto:

$$Z_{Mib} = \frac{Z_M}{m \times q}$$

Da cui, a seconda della tensione e della potenza del motore, possiamo avere:

$X_M = 0.995 \times Z_{Mib}$ $R_M = 0.10 \times X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli ≥ 1 MW
$X_M = 0.989 \times Z_{Mib}$ $R_M = 0.15 \times X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli < 1 MW
$X_M = 0.922 \times Z_{Mib}$ $R_M = 0.42 \times X_M$	per motori a bassa tensione

Per le componenti alle sequenze si considerano le sole componenti dirette mentre quelle omopolari non vengono considerate, in quanto il contributo ai guasti lo danno solo i motori trifasi. Essi contribuiscono ai guasti trifasi e a quelli bifasi nelle utenze trifasi e bifasi.

Relazione di calcolo

$$R_d = R_M$$

$$X_d = X_M$$

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- § corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- § numero poli;
- § tipo di protezione;
- § tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- § potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- § taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- § il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- § la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 > t \cdot K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - § $I_{cc\ min}^3 I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - § $I_{cc\ max} \cdot I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - § $I_{cc\ min}^3 I_{inters\ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - § $I_{cc\ max} \cdot I_{inters\ max}$.

Relazione di calcolo

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- § La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^2S^2 e la I_z dello stesso.
- § La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- § Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- § Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- § Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- § Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- § Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- § Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

Relazione di calcolo

È definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile $Zk1(ft) \max$;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Dovrà essere verificata:

$$I_a \leq I_{a \text{ c.i.}} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove $I_{a \text{ c.i.}}$ è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti I_a) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a \text{ c.i.}}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $Ik1(ft) \min$ calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a \text{ c.i.}}$ assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $Ik1(ft) \min$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di $I_{a \text{ c.i.}}$ a I_{50V} o I_{25V} e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, viene verificata la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

Sistemi TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Relazione di calcolo

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra R_E .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

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

dove:

R_E è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale viene aggiunta anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_{dn} è la corrente nominale differenziale;

U_L è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Dovrà essere verificata la seguente relazione:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando sono conosciuti tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la $I_{k1}(ft) \min$, allora $I_{a.c.i.}$ è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_S}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

R_E è la resistenza del dispersore, alla quale viene aggiunta anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile Z_E ;

I_d è la corrente del primo guasto a terra, considerata pari alla corrente di guasto a terra $I_{k1}(ft) \min$ nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.

IDovrà essere verificata la seguente relazione:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove V_T è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

Relazione di calcolo

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore.

Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

U_0 è la tensione nominale verso terra;

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Si assolve a queste indicazioni risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_a \leq I_{a \text{ c.i.}} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:

Z_{s1} è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

Z_{s2} è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_a \text{ c.i.}$ è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze $s2$ appartenenti alla stessa area elettrica di $s1$.

Il valore $Max(Z_{s1} + Z_{s2})$ è memorizzato nella variabile $ZIT \text{ max}$ di Ampère.

$I_a \text{ c.i.}$ normalmente è pari alla corrente di guasto a terra $I_k(IT) \text{ min}$ calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove Z_E è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_a \text{ c.i.}$ assume il valore di I_{50V} se quest'ultima è maggiore della $I_k(IT) \text{ min}$, in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a \text{ c.i.}} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{ZIT \text{ max}}\right)$$

Nota. si applica il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale. In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente I_{50V} .

Riferimenti normativi

Relazione di calcolo**Norme di riferimento per la Bassa tensione:**

- § CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- § CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- § CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- § IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- § CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- § CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- § CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- § CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- § CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- § CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- § IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- § IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- § CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- § CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- § CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- § CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- § CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- § CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e

Relazione di calcolo

declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.

- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

Chioggia, 08.06.2021

Studio Tecnico Associato Multimpianti



Relazione di calcolo

1.2 RETE DISTRIBUZIONE ENERGIA / F.M.

DATI UTENZE

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Consegna BT.CBT-CBT
Denominazione 1:	Cavi Collegamento
Denominazione 2:	Fornitura BT
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	12,1 kW	Sistema distribuzione:	TT
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F+N
Potenza dimensionamento:	12,1 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	7,01 kVAR	Pot. trasferita a monte:	14 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza totale:	17,3 kVA
Fattore di potenza:	0,866	Potenza disponibile:	3,29 kVA
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	4x10		
Tipo posa:	31 - cavi multipolari in canali posati su parete con percorso orizzontale		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	2,045E+06 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	2,045E+06 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,019 %
Lunghezza linea:	1 m	Caduta di tensione totale a Ib:	0,019 %
Corrente ammissibile Iz:	27 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	27 A	Temperatura cavo a Ib:	63,7 °C
Coefficiente di prossimità:	0,45 (Numero circuiti: 15)	Temperatura cavo a In:	81,4 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	20,2<=25<=27 A
Coefficiente di declassamento	0,45		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	10 kA	Ik2min:	7,46 kA
Ikv max a valle:	9,56 kA	Ik1fnmax:	5,68 kA
Imagmax (magnetica massima):	5078 A	Ip1fn:	10,1 kA
Ik max:	9,56 kA	Ik1fnmin:	5,08 kA
Ip:	16,9 kA	Zk min:	24,2 mohm
Ik min:	8,61 kA	Zk max:	25,5 mohm
Ik2max:	8,28 kA	Zk1fnmin:	40,6 mohm
Ip2:	14,6 kA	Zk1fnmx:	43,2 mohm

Dati completi utenza**Identificazione**

Sigla utenza:	+Consegna BT.QE0-DG
Denominazione 1:	Dispositivo Generale
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	12,1 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	12,1 kW	Pot. trasferita a monte:	14 kVA
Potenza reattiva:	7,01 kVAR	Potenza totale:	17,3 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza disponibile:	3,29 kVA
Fattore di potenza:	0,866		
Tensione nominale:	400 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	9,56 kA	Ik2min:	7,46 kA
Ikv max a valle:	9,56 kA	Ik1fnmax:	5,68 kA
Imagmax (magnetica massima):	5078 A	Ip1fn:	4,27 kA (Lim.)
Ik max:	9,56 kA	Ik1fnmin:	5,08 kA
Ip:	4,96 kA (Lim.)	Zk min:	24,2 mohm
Ik min:	8,61 kA	Zk max:	25,5 mohm
Ik2max:	8,28 kA	Zk1fnmin:	40,6 mohm
Ip2:	4,65 kA (Lim.)	Zk1fnmx:	43,2 mohm

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC60N-C - 25A + Vigi iC60 A S 0,3 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	25 A	Taratura termica neutro:	25 A
Numero poli:	4	Taratura magnetica neutro:	250 A
Curva di sgancio:	C	Taratura differenziale:	0,3 A
Classe d'impiego:	A	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Taratura termica:	25 A	Verifica potere di interruzione:	10 >= 9,56 kA
Taratura magnetica:	250 A	Norma:	Icu-EN60947
Sg. magnetico < I mag. massima:	250 < 5078 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Consegna BT.QE0-QE1 1
Denominazione 1:	Alimentaz. QE11
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	4,05 kW	Sistema distribuzione:	TT
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	L1-N
Potenza dimensionamento:	4,05 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	2,34 kVAR	Pot. trasferita a monte:	4,68 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza totale:	5,77 kVA
Fattore di potenza:	0,866	Potenza disponibile:	1,1 kVA
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G4		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a distanza nulla		
Designazione cavo	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	3,272E+05 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	3,272E+05 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	3,272E+05 A ² s
Lunghezza linea:	22 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	2,13 %
Corrente ammissibile Iz:	25,4 A	Caduta di tensione totale a Ib:	2,15 %
Corrente ammissibile neutro:	25,4 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 4)	Temperatura cavo a Ib:	68,2 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Temperatura cavo a In:	88,1 °C
Coefficiente di declassamento	0,651	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	20,2<=25<=25,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	5,68 kA	Ip1fn:	3,73 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,952 kA	Ik1fnmin:	0,493 kA
Imagmax (magnetica massima):	492,8 A	Zk1ftmin:	12189 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12309 mohm
Ip1ft:	0,031 kA	Zk1fnmin:	242,8 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	445,3 mohm
Ik1fnmax:	0,952 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC40N-C		
Tipo protezione:	MT		
Corrente nominale protez.:	25 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	250 < 492,8 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,68 kA
Taratura termica:	25 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	250 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Consegna BT.QE0-QE12
Denominazione 1:	Alimentaz. QE12
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	4,05 kW	Sistema distribuzione:	TT
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	L2-N
Potenza dimensionamento:	4,05 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	2,34 kVAR	Pot. trasferita a monte:	4,68 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza totale:	5,77 kVA
Fattore di potenza:	0,866	Potenza disponibile:	1,1 kVA
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G10		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a distanza nulla		
Designazione cavo	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	2,045E+06 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	2,045E+06 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	2,045E+06 A ² s
Lunghezza linea:	47 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,78 %
Corrente ammissibile Iz:	43 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,8 %
Corrente ammissibile neutro:	43 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 4)	Temperatura cavo a Ib:	43,3 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Temperatura cavo a In:	50,3 °C
Coefficiente di declassamento	0,651	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	20,2<=25<=43 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	5,68 kA	Ip1fn:	3,73 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	1,12 kA	Ik1fnmin:	0,588 kA
Imagmax (magnetica massima):	587,6 A	Zk1ftmin:	12161 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12260 mohm
Ip1ft:	0,031 kA	Zk1fnmin:	206,1 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	373,5 mohm
Ik1fnmax:	1,12 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC40N-C		
Tipo protezione:	MT		
Corrente nominale protez.:	25 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	250 < 587,6 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,68 kA
Taratura termica:	25 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	250 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Consegna BT.QE0-QE13
Denominazione 1:	Alimentaz. QE13
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	4,05 kW	Sistema distribuzione:	TT
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	L3-N
Potenza dimensionamento:	4,05 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	2,34 kVAR	Pot. trasferita a monte:	4,68 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza totale:	5,77 kVA
Fattore di potenza:	0,866	Potenza disponibile:	1,1 kVA
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G16		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a distanza nulla		
Designazione cavo	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	5,235E+06 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	5,235E+06 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	5,235E+06 A ² s
Lunghezza linea:	77 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,86 %
Corrente ammissibile Iz:	56 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,87 %
Corrente ammissibile neutro:	56 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 4)	Temperatura cavo a Ib:	37,8 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Temperatura cavo a In:	42 °C
Coefficiente di declassamento	0,651	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	20,2<=25<=56 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	5,68 kA	Ip1fn:	3,73 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	1,09 kA	Ik1fnmin:	0,569 kA
Imagmax (magnetica massima):	569,3 A	Zk1ftmin:	12165 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12268 mohm
Ip1ft:	0,031 kA	Zk1fnmin:	212,8 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	385,5 mohm
Ik1fnmax:	1,09 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC40N-C		
Tipo protezione:	MT		
Corrente nominale protez.:	25 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	250 < 569,3 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,68 kA
Taratura termica:	25 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	250 A		

Dati completi utenza**Identificazione**

Sigla utenza:	+Locale tecnico 1.QE11-GEN/QE11
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	4,05 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4,05 kW	Pot. trasferita a monte:	4,68 kVA
Potenza reattiva:	2,34 kVAR	Potenza totale:	5,77 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza disponibile:	1,1 kVA
Fattore di potenza:	0,866		
Tensione nominale:	231 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	0,952 kA	Ip1fn:	1,09 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,952 kA	Ik1fnmin:	0,493 kA
Imagmax (magnetica massima):	492,8 A	Zk1ftmin:	12189 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12309 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	242,8 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	445,3 mohm
Ik1fnmax:	0,952 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 32A		
Corrente nominale protez.:	32 A	Corrente sovraccarico Ins:	25 A
Numero poli:	2	Potere di interruzione Pdl:	n.d.

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 1.QE11-PR1
Denominazione 1:	Alim. Programmatore
Denominazione 2:	irrigaz. PR2 (presa)
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0,1 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0,1 kW	Pot. trasferita a monte:	0,111 kVA
Potenza reattiva:	0,048 kVAR	Potenza totale:	1,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,481 A	Potenza disponibile:	1,27 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G1.5		
Tipo posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FROR 450/750 V		
Isolante (fase+neutro+PE):	PVC	K ² S ² conduttore fase:	2,976E+04 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	2,976E+04 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	2,976E+04 A ² s
Lunghezza linea:	1 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,006 %
Corrente ammissibile Iz:	16,5 A	Caduta di tensione totale a Ib:	2,16 %
Corrente ammissibile neutro:	16,5 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	35,3 °C
Coefficiente di declassamento	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	0,481<=6<=16,5 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	0,952 kA	Ip1fn:	0,773 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,859 kA	Ik1fnmin:	0,451 kA
Imagmax (magnetica massima):	451 A	Zk1ftmin:	12216 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12351 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	269 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	486,6 mohm
Ik1fnmax:	0,859 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iCV40a-C AC 0,03 A		
Tipo protezione:	MTD		
Corrente nominale protez.:	6 A	Taratura differenziale:	0,03 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdi:	6 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	6 >= 0,952 kA
Classe d'impiego:	AC	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica:	6 A	Potere di interr. differenziale Idm:	4500 A
Taratura magnetica:	60 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	4500 >= 18,9 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	60 < 451 A		

Dati completi utenza**Identificazione**

Sigla utenza:	+Locale tecnico 1.QE11-AUX1
Denominazione 1:	Ausiliari comando
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0,05 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0,05 kW	Pot. trasferita a monte:	0,063 kVA
Potenza reattiva:	0,038 kVAR	Potenza totale:	1,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,273 A	Potenza disponibile:	1,32 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	0,952 kA	Ip1fn:	0,773 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,952 kA	Ik1fnmin:	0,493 kA
Imagmax (magnetica massima):	492,8 A	Zk1ftmin:	12189 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12309 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	242,8 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	445,3 mohm
Ik1fnmax:	0,952 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iCV40a-C AC 0,03 A		
Tipo protezione:	MTD		
Corrente nominale protez.:	6 A	Taratura differenziale:	0,03 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdl:	6 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	6 >= 0,952 kA
Classe d'impiego:	AC	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica:	6 A	Potere di interr. differenziale Idm:	4500 A
Taratura magnetica:	60 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	4500 >= 18,9 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	60 < 492,8 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 1.QE11-IN1
Denominazione 1:	Inverter/Elettropompa
Denominazione 2:	Irrigazione IN1/P1
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	1,65 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1,65 kW	Pot. trasferita a monte:	1,83 kVA
Potenza reattiva:	0,799 kVAR	Potenza totale:	3,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	7,94 A	Potenza disponibile:	1,86 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G2.5		
Tipo posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FROR 450/750 V		
Isolante (fase+neutro+PE):	PVC	K ² S ² conduttore fase:	8,266E+04 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	8,266E+04 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	8,266E+04 A ² s
Lunghezza linea:	5 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,297 %
Corrente ammissibile Iz:	16,1 A	Caduta di tensione totale a Ib:	2,45 %
Corrente ammissibile neutro:	16,1 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	39,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	69,5 °C
Coefficiente di declassamento	0,7	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	7,94<=16<=16,1 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	0,952 kA	Ip1fn:	1,09 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,718 kA	Ik1fnmin:	0,386 kA
Imagmax (magnetica massima):	385,5 A	Zk1ftmin:	12269 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12433 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	321,7 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	569,2 mohm
Ik1fnmax:	0,718 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC40a-C + Vigi iC40 A-SI 0,03 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	160 < 385,5 A
Numero poli:	1N	Taratura differenziale:	0,03 A
Curva di sgancio:	C	Potere di interruzione PdI:	6 kA
Classe d'impiego:	A	Verifica potere di interruzione:	6 >= 0,952 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	160 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 1.QE11-PM1
Denominazione 1:	Elettropompa sommerg. PM1
Denominazione 2:	acque meteoriche
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale motore	Collegamento fasi:	L1-N
Potenza nominale:	2,25 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	2,68 kVA
Potenza dimensionamento:	2,25 kW	Potenza totale:	2,77 kVA
Potenza reattiva:	1,45 kVAR	Potenza disponibile:	0,093 kVA
Corrente di impiego Ib:	11,6 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,84	Potenza meccanica motore:	1,8 kW
Tensione nominale:	231 V	Rendimento motore:	0,8
Sistema distribuzione:	TT		

Cavi

Formazione:	3G4		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a distanza nulla		
Designazione cavo	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	3,272E+05 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	3,272E+05 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	3,272E+05 A ² s
Lunghezza linea:	31 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,67 %
Corrente ammissibile Iz:	25,4 A	Caduta di tensione totale a Ib:	3,83 %
Corrente ammissibile neutro:	25,4 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 4)	Temperatura cavo a Ib:	42,5 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Temperatura cavo a In:	43,4 °C
Coefficiente di declassamento	0,651	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	11,6<=12<=25,4 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	0,952 kA	Ip1fn:	1,17 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,422 kA	Ik1fnmin:	0,213 kA
Imagmax (magnetica massima):	212,8 A	Zk1ftmin:	12495 mohm
Ik1ftmax:	0,018 kA	Zk1ftmax:	12896 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	547,2 mohm
Ik1ftmin:	0,017 kA	Zk1fnmx:	1031 mohm
Ik1fnmax:	0,422 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	P25M + ID C40 AC 0,3 A + iCT 2Na - 240Vac		
Tipo avviamento:	Avviamento diretto		
Tipo protezione:	MS+D+C		
Corrente nominale protez.:	14 A	Potere di interruzione Pdl:	100 kA
Numero poli:	3 + 2 + 2	Verifica potere di interruzione:	100 >= 0,952 kA
Taratura termica:	12 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	168 A	Potere di interr. differenziale Idm:	1000 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	168 < 212,8 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	1000 >= 18,5 A
Taratura differenziale:	0,3 A		

Dati completi utenza**Identificazione**

Sigla utenza:	+Locale tecnico 2.QEI2-GEN/QEI2
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	4,05 kW	Collegamento fasi:	L2-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4,05 kW	Pot. trasferita a monte:	4,68 kVA
Potenza reattiva:	2,34 kVAR	Potenza totale:	5,77 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza disponibile:	1,1 kVA
Fattore di potenza:	0,866		
Tensione nominale:	231 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,12 kA	Ip1fn:	1,24 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	1,12 kA	Ik1fnmin:	0,588 kA
Imagmax (magnetica massima):	587,6 A	Zk1ftmin:	12161 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12260 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	206,1 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	373,5 mohm
Ik1fnmax:	1,12 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 32A		
Corrente nominale protez.:	32 A	Corrente sovraccarico Ins:	25 A
Numero poli:	2	Potere di interruzione Pdl:	n.d.

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 2.QE12-PR2
Denominazione 1:	Alim. Programmatore
Denominazione 2:	irrigaz. PR2 (presa)
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0,1 kW	Collegamento fasi:	L2-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0,1 kW	Pot. trasferita a monte:	0,111 kVA
Potenza reattiva:	0,048 kVAR	Potenza totale:	1,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,481 A	Potenza disponibile:	1,27 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G1.5		
Tipo posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FROR 450/750 V		
Isolante (fase+neutro+PE):	PVC	K ² S ² conduttore fase:	2,976E+04 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	2,976E+04 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	2,976E+04 A ² s
Lunghezza linea:	1 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,006 %
Corrente ammissibile Iz:	16,5 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,8 %
Corrente ammissibile neutro:	16,5 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	35,3 °C
Coefficiente di declassamento	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	0,481<=6<=16,5 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,12 kA	Ip1fn:	0,868 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,995 kA	Ik1fnmin:	0,529 kA
Imagmax (magnetica massima):	529,2 A	Zk1ftmin:	12187 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12302 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	232,2 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	414,7 mohm
Ik1fnmax:	0,995 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iCV40a-C AC 0,03 A		
Tipo protezione:	MTD		
Corrente nominale protez.:	6 A	Taratura differenziale:	0,03 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdl:	6 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	6 >= 1,12 kA
Classe d'impiego:	AC	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica:	6 A	Potere di interr. differenziale Idm:	4500 A
Taratura magnetica:	60 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	4500 >= 18,9 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	60 < 529,2 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza: +Locale tecnico 2.QEI2-AUX2
 Denominazione 1: Ausiliari comando
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0,05 kW	Collegamento fasi:	L2-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0,05 kW	Pot. trasferita a monte:	0,063 kVA
Potenza reattiva:	0,038 kVAR	Potenza totale:	1,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,273 A	Potenza disponibile:	1,32 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,12 kA	Ip1fn:	0,868 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	1,12 kA	Ik1fnmin:	0,588 kA
Imagmax (magnetica massima):	587,6 A	Zk1ftmin:	12161 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12260 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	206,1 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	373,5 mohm
Ik1fnmax:	1,12 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iCV40a-C AC 0,03 A		
Tipo protezione:	MTD		
Corrente nominale protez.:	6 A	Taratura differenziale:	0,03 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdl:	6 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	6 >= 1,12 kA
Classe d'impiego:	AC	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica:	6 A	Potere di interr. differenziale Idm:	4500 A
Taratura magnetica:	60 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	4500 >= 19 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	60 < 587,6 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 2.QE12-IN2
Denominazione 1:	Inverter/Elettropompa
Denominazione 2:	Irrigazione IN2/P2
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	1,65 kW	Collegamento fasi:	L2-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1,65 kW	Pot. trasferita a monte:	1,83 kVA
Potenza reattiva:	0,799 kVAR	Potenza totale:	3,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	7,94 A	Potenza disponibile:	1,86 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G2.5		
Tipo posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FROR 450/750 V		
Isolante (fase+neutro+PE):	PVC	K ² S ² conduttore fase:	8,266E+04 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	8,266E+04 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	8,266E+04 A ² s
Lunghezza linea:	5 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,297 %
Corrente ammissibile Iz:	16,1 A	Caduta di tensione totale a Ib:	2,09 %
Corrente ammissibile neutro:	16,1 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	39,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	69,5 °C
Coefficiente di declassamento	0,7	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	7,94<=16<=16,1 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,12 kA	Ip1fn:	1,23 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,811 kA	Ik1fnmin:	0,441 kA
Imagmax (magnetica massima):	441,4 A	Zk1ftmin:	12240 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12384 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	284,7 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	497,2 mohm
Ik1fnmax:	0,811 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC40a-C + Vigi iC40 A-SI 0,03 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	160 < 441,4 A
Numero poli:	1N	Taratura differenziale:	0,03 A
Curva di sgancio:	C	Potere di interruzione PdI:	6 kA
Classe d'impiego:	A	Verifica potere di interruzione:	6 >= 1,12 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	160 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 2.QE12-PM2
Denominazione 1:	Elettropompa sommerg. PM2
Denominazione 2:	acque meteoriche
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale motore	Collegamento fasi:	L2-N
Potenza nominale:	2,25 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	2,68 kVA
Potenza dimensionamento:	2,25 kW	Potenza totale:	2,77 kVA
Potenza reattiva:	1,45 kVAR	Potenza disponibile:	0,093 kVA
Corrente di impiego Ib:	11,6 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,84	Potenza meccanica motore:	1,8 kW
Tensione nominale:	231 V	Rendimento motore:	0,8
Sistema distribuzione:	TT		

Cavi

Formazione:	3G6		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a distanza nulla		
Designazione cavo:	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	7,362E+05 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	7,362E+05 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	7,362E+05 A ² s
Lunghezza linea:	55 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	1,99 %
Corrente ammissibile Iz:	31,9 A	Caduta di tensione totale a Ib:	3,79 %
Corrente ammissibile neutro:	31,9 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 4)	Temperatura cavo a Ib:	37,9 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Temperatura cavo a In:	38,5 °C
Coefficiente di declassamento:	0,651	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	11,6<=12<=31,9 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,12 kA	Ip1fn:	1,31 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,408 kA	Ik1fnmin:	0,206 kA
Imagmax (magnetica massima):	205,7 A	Zk1ftmin:	12522 mohm
Ik1ftmax:	0,018 kA	Zk1ftmax:	12955 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	566 mohm
Ik1ftmin:	0,017 kA	Zk1fnmx:	1067 mohm
Ik1fnmax:	0,408 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	P25M + ID C40 AC 0,3 A + iCT 2Na - 240Vac		
Tipo avviamento:	Avviamento diretto		
Tipo protezione:	MS+D+C		
Corrente nominale protez.:	14 A	Potere di interruzione Pdl:	100 kA
Numero poli:	3 + 2 + 2	Verifica potere di interruzione:	100 >= 1,12 kA
Taratura termica:	12 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	168 A	Potere di interr. differenziale Idm:	1000 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	168 < 205,7 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	1000 >= 18,4 A
Taratura differenziale:	0,3 A		

Dati completi utenza**Identificazione**

Sigla utenza:	+Locale tecnico 3.QEI3-GEN/QEI3
Denominazione 1:	Generale Quadro
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	4,05 kW	Collegamento fasi:	L3-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4,05 kW	Pot. trasferita a monte:	4,68 kVA
Potenza reattiva:	2,34 kVAR	Potenza totale:	5,77 kVA
Corrente di impiego Ib:	20,2 A	Potenza disponibile:	1,1 kVA
Fattore di potenza:	0,866		
Tensione nominale:	231 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	1,09 kA	I _{p1fn} :	1,21 kA (Lim.)
I _{kv} max a valle:	1,09 kA	I _{k1fnmin} :	0,569 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	569,3 A	Z _{k1ftmin} :	12165 mohm
I _{k1ftmax} :	0,019 kA	Z _{k1ftmax} :	12268 mohm
I _{p1ft} :	0,027 kA	Z _{k1fnmin} :	212,8 mohm
I _{k1ftmin} :	0,018 kA	Z _{k1fnmx} :	385,5 mohm
I _{k1fnmax} :	1,09 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iSW 32A		
Corrente nominale protez.:	32 A	Corrente sovraccarico Ins:	25 A
Numero poli:	2	Potere di interruzione PdI:	n.d.

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 3.QEI3-PR1
Denominazione 1:	Alim. Programmatore
Denominazione 2:	irrigaz. PR3 (presa)
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0,1 kW	Collegamento fasi:	L3-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0,1 kW	Pot. trasferita a monte:	0,111 kVA
Potenza reattiva:	0,048 kVAR	Potenza totale:	1,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,481 A	Potenza disponibile:	1,27 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G1.5		
Tipo posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FROR 450/750 V		
Isolante (fase+neutro+PE):	PVC	K ² S ² conduttore fase:	2,976E+04 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	2,976E+04 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	2,976E+04 A ² s
Lunghezza linea:	1 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,006 %
Corrente ammissibile Iz:	16,5 A	Caduta di tensione totale a Ib:	1,88 %
Corrente ammissibile neutro:	16,5 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	35,3 °C
Coefficiente di declassamento	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	0,481<=6<=16,5 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,09 kA	Ip1fn:	0,848 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,967 kA	Ik1fnmin:	0,514 kA
Imagmax (magnetica massima):	514,3 A	Zk1ftmin:	12192 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12310 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	238,8 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	426,7 mohm
Ik1fnmax:	0,967 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iCV40a-C AC 0,03 A		
Tipo protezione:	MTD		
Corrente nominale protez.:	6 A	Taratura differenziale:	0,03 A
Numero poli:	1N	Potere di interruzione Pdi:	6 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	6 >= 1,09 kA
Classe d'impiego:	AC	Norma:	Icu-EN60947
Taratura termica:	6 A	Potere di interr. differenziale Idm:	4500 A
Taratura magnetica:	60 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	4500 >= 18,9 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	60 < 514,3 A		

Dati completi utenza**Identificazione**

Sigla utenza:	+Locale tecnico 3.QEI3-AUX3
Denominazione 1:	Ausiliari comando
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	0,05 kW	Collegamento fasi:	L3-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0,05 kW	Pot. trasferita a monte:	0,063 kVA
Potenza reattiva:	0,038 kVAR	Potenza totale:	1,39 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,273 A	Potenza disponibile:	1,32 kVA
Fattore di potenza:	0,8	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,09 kA	Ip1fn:	0,848 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	1,09 kA	Ik1fnmin:	0,569 kA
Imagmax (magnetica massima):	569,3 A	Zk1ftmin:	12165 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12268 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	212,8 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	385,5 mohm
Ik1fnmax:	1,09 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC	Taratura differenziale:	0,03 A
Sigla protezione:	iCV40a-C AC 0,03 A	Potere di interruzione Pdl:	6 kA
Tipo protezione:	MTD	Verifica potere di interruzione:	6 >= 1,09 kA
Corrente nominale protez.:	6 A	Norma:	Icu-EN60947
Numero poli:	1N	Potere di interr. differenziale Idm:	4500 A
Curva di sgancio:	C	Verifica potere interr. diff. Idm:	4500 >= 19 A
Classe d'impiego:	AC		
Taratura termica:	6 A		
Taratura magnetica:	60 A		
Sg. magnetico < I mag. massima:	60 < 569,3 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 3.QE13-IN3
Denominazione 1:	Inverter/Elettropompa
Denominazione 2:	Irrigazione IN3/P3
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TT
Potenza nominale:	1,65 kW	Collegamento fasi:	L3-N
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	1,65 kW	Pot. trasferita a monte:	1,83 kVA
Potenza reattiva:	0,799 kVAR	Potenza totale:	3,7 kVA
Corrente di impiego Ib:	7,94 A	Potenza disponibile:	1,86 kVA
Fattore di potenza:	0,9	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G2.5		
Tipo posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti		
Disposizione posa:	Raggruppati a fascio, annegati		
Designazione cavo	FROR 450/750 V		
Isolante (fase+neutro+PE):	PVC	K ² S ² conduttore fase:	8,266E+04 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K ² S ² neutro:	8,266E+04 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	8,266E+04 A ² s
Lunghezza linea:	5 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,297 %
Corrente ammissibile Iz:	16,1 A	Caduta di tensione totale a Ib:	2,17 %
Corrente ammissibile neutro:	16,1 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 3)	Temperatura cavo a Ib:	39,7 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Temperatura cavo a In:	69,5 °C
Coefficiente di declassamento	0,7	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	7,94<=16<=16,1 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,09 kA	Ip1fn:	1,2 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,793 kA	Ik1fnmin:	0,431 kA
Imagmax (magnetica massima):	431 A	Zk1ftmin:	12245 mohm
Ik1ftmax:	0,019 kA	Zk1ftmax:	12393 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	291,3 mohm
Ik1ftmin:	0,018 kA	Zk1fnmx:	509,1 mohm
Ik1fnmax:	0,793 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	iC40a-C + Vigi iC40 A-SI 0,03 A		
Tipo protezione:	MT+D		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	160 < 431 A
Numero poli:	1N	Taratura differenziale:	0,03 A
Curva di sgancio:	C	Potere di interruzione Pdl:	6 kA
Classe d'impiego:	A	Verifica potere di interruzione:	6 >= 1,09 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	160 A		

Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+Locale tecnico 3.QEI3-PM3
Denominazione 1:	Elettropompa sommerg. PM3
Denominazione 2:	acque meteoriche
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale motore	Collegamento fasi:	L3-N
Potenza nominale:	2,25 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	2,68 kVA
Potenza dimensionamento:	2,25 kW	Potenza totale:	2,77 kVA
Potenza reattiva:	1,45 kVAR	Potenza disponibile:	0,093 kVA
Corrente di impiego Ib:	11,6 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,84	Potenza meccanica motore:	1,8 kW
Tensione nominale:	231 V	Rendimento motore:	0,8
Sistema distribuzione:	TT		

Cavi

Formazione:	3G6		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a distanza nulla		
Designazione cavo	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	EPR	K ² S ² conduttore fase:	7,362E+05 A ² s
Tabella posa:	CEI-UNEL 35026	K ² S ² neutro:	7,362E+05 A ² s
Materiale conduttore:	RAME	K ² S ² PE:	7,362E+05 A ² s
Lunghezza linea:	60 m	Caduta di tensione parziale a Ib:	2,17 %
Corrente ammissibile Iz:	31,9 A	Caduta di tensione totale a Ib:	4,05 %
Corrente ammissibile neutro:	31,9 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	0,7 (Numero circuiti: 4)	Temperatura cavo a Ib:	37,9 °C
Coefficiente di temperatura:	0,93	Temperatura cavo a In:	38,5 °C
Coefficiente di declassamento	0,651	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	11,6<=12<=31,9 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	1,09 kA	Ip1fn:	1,28 kA (Lim.)
Ikv max a valle:	0,382 kA	Ik1fnmin:	0,192 kA
Imagmax (magnetica massima):	192,2 A	Zk1ftmin:	12560 mohm
Ik1ftmax:	0,018 kA	Zk1ftmax:	13026 mohm
Ip1ft:	0,027 kA	Zk1fnmin:	605,2 mohm
Ik1ftmin:	0,017 kA	Zk1fnmx:	1142 mohm
Ik1fnmax:	0,382 kA		


Protezione

Costruttore protezione:	SCHNEIDER ELECTRIC		
Sigla protezione:	P25M + ID C40 AC 0,3 A + iCT 2Na - 240Vac		
Tipo avviamento:	Avviamento diretto		
Tipo protezione:	MS+D+C		
Corrente nominale protez.:	14 A	Potere di interruzione Pdl:	100 kA
Numero poli:	3 + 2 + 2	Verifica potere di interruzione:	100 >= 1,09 kA
Taratura termica:	12 A	Norma:	Icu-EN60947
Taratura magnetica:	168 A	Potere di interr. differenziale Idm:	1000 A
Sg. magnetico < I mag. massima:	168 < 192,2 A	Verifica potere interr. diff. Idm:	1000 >= 18,4 A
Taratura differenziale:	0,3 A		




Cavetteria

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						



Consegna BT CBT

CBT	4x10	RAME	1	27	63,7	30	0,019	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	15	0,45	81,4	2,045*10 ⁶	0,023	
	CEI-UNEL 35024/1	31 - cavi multipolari in canali posati su parete con percorso orizzontale						


Consegna BT QE0

QE11	3G4	RAME	22	25,4	68,2	30	2,15	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	4	0,651	88,1	3,272*10 ⁵	2,65	
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati						
QE12	3G10	RAME	47	43	43,3	30	1,8	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	4	0,651	50,3	2,045*10 ⁶	2,22	
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati						
QE13	3G16	RAME	77	56	37,8	30	1,87	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	4	0,651	42	5,235*10 ⁶	2,31	
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati						




Locale tecnico 1 QE11

PR1	3G1.5	RAME	1	16,5	30	30	2,16	
	FROR 450/750 V	PVC	1	1	35,3	2,976*10 ⁴	2,73	
	CEI-UNEL 35024/1	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti						
IN1	3G2.5	RAME	5	16,1	39,7	30	2,45	
	FROR 450/750 V	PVC	3	0,7	69,5	8,266*10 ⁴	3,25	
	CEI-UNEL 35024/1	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti						



Cavetteria

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K ² S ² F [A ² s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						
PM1	3G4	RAME	31	25,4	42,5	30	3,83	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	4	0,651	43,4	3,272*10 ⁵	4,38	
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati						


Locale tecnico 2 QE12

PR2	3G1.5	RAME	1	16,5	30	30	1,8	
	FROR 450/750 V	PVC	1	1	35,3	2,976*10 ⁴	2,29	
	CEI-UNEL 35024/1	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti						
IN2	3G2.5	RAME	5	16,1	39,7	30	2,09	
	FROR 450/750 V	PVC	3	0,7	69,5	8,266*10 ⁴	2,81	
	CEI-UNEL 35024/1	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti						
PM2	3G6	RAME	55	31,9	37,9	30	3,79	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	4	0,651	38,5	7,362*10 ⁵	4,27	
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati						

Locale tecnico 3 QE13

PR1	3G1.5	RAME	1	16,5	30	30	1,88	
	FROR 450/750 V	PVC	1	1	35,3	2,976*10 ⁴	2,39	
	CEI-UNEL 35024/1	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti						
IN3	3G2.5	RAME	5	16,1	39,7	30	2,17	
	FROR 450/750 V	PVC	3	0,7	69,5	8,266*10 ⁴	2,91	
	CEI-UNEL 35024/1	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari distanziati da pareti						

Cavetteria

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						
PM3	3G6	RAME	60	31,9	37,9	30	4,05	
	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	4	0,651	38,5	7,362*10 ⁵	4,55	
	CEI-UNEL 35026	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati						

Dati salienti utenza

Utenza	Sistema	Circuito	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cosfi	I _{km} max [kA]	Formazione	Lc [m]	Vn [V]	CdtT (Ib) [%]	I _{b<=I_{n<=I_z}}
--------	---------	----------	---------	-------	---------	-------	--------------------------	------------	--------	--------	---------------	--

Consegna BT CBT

CBT	TT	3F+N	12,1	1	12,1	0,866	10	4x10	1	400	0,019	20,2<=25<=27 A
-----	----	------	------	---	------	-------	----	------	---	-----	-------	----------------

Consegna BT QE0

DG	TT	3F+N	12,1	1	12,1	0,866	9,56		0	400	0,019	20,2<=25 A (I _{b<=I_n})
QE1	TT	L1-N	4,05	1	4,05	0,866	5,68	3G4	22	231	2,15	20,2<=25<=25,4 A
QE12	TT	L2-N	4,05	1	4,05	0,866	5,68	3G10	47	231	1,8	20,2<=25<=43 A
QE13	TT	L3-N	4,05	1	4,05	0,866	5,68	3G16	77	231	1,87	20,2<=25<=56 A

Locale tecnico 1 QE11

GEN/QE11	TT	L1-N	4,05	1	4,05	0,866	0,952		0	231	2,15	20,2<=25 A (I _{b<=I_n})
PR1	TT	L1-N	0,1	1	0,1	0,9	0,952	3G1.5	1	231	2,16	0,481<=6<=16,5 A
AUX1	TT	L1-N	0,05	1	0,05	0,8	0,952		0	231	2,15	0,273<=6 A (I _{b<=I_n})
IN1	TT	L1-N	1,65	1	1,65	0,9	0,952	3G2.5	5	231	2,45	7,94<=16<=16,1 A
PM1	TT	L1-N	2,25	1	2,25	0,84	0,952	3G4	31	231	3,83	11,6<=12<=25,4 A

Locale tecnico 2 QE12

GEN/QE12	TT	L2-N	4,05	1	4,05	0,866	1,12		0	231	1,8	20,2<=25 A (I _{b<=I_n})
PR2	TT	L2-N	0,1	1	0,1	0,9	1,12	3G1.5	1	231	1,8	0,481<=6<=16,5 A
AUX2	TT	L2-N	0,05	1	0,05	0,8	1,12		0	231	1,8	0,273<=6 A (I _{b<=I_n})
IN2	TT	L2-N	1,65	1	1,65	0,9	1,12	3G2.5	5	231	2,09	7,94<=16<=16,1 A
PM2	TT	L2-N	2,25	1	2,25	0,84	1,12	3G6	55	231	3,79	11,6<=12<=31,9 A

Locale tecnico 3 QE13

GEN/QE13	TT	L3-N	4,05	1	4,05	0,866	1,09		0	231	1,87	20,2<=25 A (I _{b<=I_n})
PR1	TT	L3-N	0,1	1	0,1	0,9	1,09	3G1.5	1	231	1,88	0,481<=6<=16,5 A

Dati salienti utenza

Utenza	Sistema	Circuito	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cosfi	I _{km} max [kA]	Formazione	Lc [m]	Vn [V]	CdtT (I _b) [%]	I _b ≤ I _n ≤ I _z
AUX3	TT	L3-N	0,05	1	0,05	0,8	1,09		0	231	1,87	0,273 ≤ 6 A (I _b ≤ I _n)
IN3	TT	L3-N	1,65	1	1,65	0,9	1,09	3G2.5	5	231	2,17	7,94 ≤ 16 ≤ 16,1 A
PM3	TT	L3-N	2,25	1	2,25	0,84	1,09	3G6	60	231	4,05	11,6 ≤ 12 ≤ 31,9 A

Verifiche

Utenza	$I_b \leq I_n \leq I_z$	Verif. PdI	Ver. I ^{2t}	$I_{mag} < I_{magmax}$	Contatti indiretti	CdtT (Ib)
Consegna BT CBT						
CBT	20,2 <= 25 <= 27 A				Verificato	0,019 <= 4 %
Consegna BT QEO						
DG	20,2 <= 25 A (Ib <= In)	10 >= 9,56 kA		250 < 5078 A	Verificato	0,019 <= 4 %
QE11	20,2 <= 25 <= 25,4 A	10 >= 5,68 kA	Verificato	250 < 492,8 A	Verificato	2,15 <= 4 %
QE12	20,2 <= 25 <= 43 A	10 >= 5,68 kA	Verificato	250 < 587,6 A	Verificato	1,8 <= 4 %
QE13	20,2 <= 25 <= 56 A	10 >= 5,68 kA	Verificato	250 < 569,3 A	Verificato	1,87 <= 4 %
Locale tecnico 1 QE11						
GEN/QE11	20,2 <= 25 A (Ib <= In)				Verificato	2,15 <= 4 %
PR1	0,481 <= 6 <= 16,5 A	6 >= 0,952 kA	Verificato	60 < 451 A	Verificato	2,16 <= 4 %
AUX1	0,273 <= 6 A (Ib <= In)	6 >= 0,952 kA		60 < 492,8 A	Verificato	2,15 <= 4 %
IN1	7,94 <= 16 <= 16,1 A	6 >= 0,952 kA	Verificato	160 < 385,5 A	Verificato	2,45 <= 4 %
PM1	11,6 <= 12 <= 25,4 A	100 >= 0,952 kA	Verificato	168 < 212,8 A	Verificato	3,83 <= 4 %
Locale tecnico 2 QE12						
GEN/QE12	20,2 <= 25 A (Ib <= In)				Verificato	1,8 <= 4 %
PR2	0,481 <= 6 <= 16,5 A	6 >= 1,12 kA	Verificato	60 < 529,2 A	Verificato	1,8 <= 4 %
AUX2	0,273 <= 6 A (Ib <= In)	6 >= 1,12 kA		60 < 587,6 A	Verificato	1,8 <= 4 %
IN2	7,94 <= 16 <= 16,1 A	6 >= 1,12 kA	Verificato	160 < 441,4 A	Verificato	2,09 <= 4 %
PM2	11,6 <= 12 <= 31,9 A	100 >= 1,12 kA	Verificato	168 < 205,7 A	Verificato	3,79 <= 4 %
Locale tecnico 3 QE13						
GEN/QE13	20,2 <= 25 A (Ib <= In)				Verificato	1,87 <= 4 %
PR1	0,481 <= 6 <= 16,5 A	6 >= 1,09 kA	Verificato	60 < 514,3 A	Verificato	1,88 <= 4 %

Verifiche

Utenza	$I_b \leq I_n \leq I_z$	Verif. Pdl	Ver. I ^{2t}	$I_{mag} < I_{magmax}$	Contatti indiretti	CdtT (I _b)
AUX3	$0,273 \leq 6 \text{ A } (I_b \leq I_n)$	$6 \geq 1,09 \text{ kA}$		$60 < 569,3 \text{ A}$	Verificato	$1,87 \leq 4 \%$
IN3	$7,94 \leq 16 \leq 16,1 \text{ A}$	$6 \geq 1,09 \text{ kA}$	Verificato	$160 < 431 \text{ A}$	Verificato	$2,17 \leq 4 \%$
PM3	$11,6 \leq 12 \leq 31,9 \text{ A}$	$100 \geq 1,09 \text{ kA}$	Verificato	$168 < 192,2 \text{ A}$	Verificato	No: $(4,05 > 4 \%)$

Firmato da:

STEFANO BOERI

codice fiscale BROSFN56S25F205L

num.serie: 17412136

emesso da: InfoCert Firma Qualificata 2

valido dal 18/02/2020 al 18/02/2023