



POLITECNICO DI MILANO

Area Tecnico Edilizia

P.zza Leonardo da Vinci, 32 - 20133 M I L A N O

PHONE: +39 02 2399.1 www.polimi.it

Edificio N°: Ed 24 - via Golgi, 40 (MI)
Ed 3 - p.zza Leonardo da Vinci, 32 - (MI)

Struttura:
EDIFICIO 24 - DEIB
EDIFICIO 3 - GINO CASSINIS

Oggetto:
cod.lav. 02_2014
Lavori di realizzazione nuove scale esterne
di sicurezza e adeguamento normativo VVF
EDIFICIO 24 - DEIB - I LOTTO
EDIFICIO 3 - GINO CASSINIS - II LOTTO

PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI ELETTRICI

Responsabile del Procedimento:
Responsabile del Progetto (Progettista):
Progettista Opere Civili:
Progettista Opere Strutturali:

Progettista Impianti Elettrici:
Coordinatore Sicurezza fase Progettazione:

ing. Gianluca Noto - A.T.E.
arch. Barbara Vai - A.T.E.
arch. Barbara Vai - A.T.E.
ing. Maurizio Colombo -
Studio Brambilla e Colombo Associati
p.i. Ettore Gallina - A.T.E.
arch. Luca Colacicco - A.T.E.

Titolo Tavola	Categoria Tavola
Relazione Tecnica Impianto Elettrico	Elaborato Generale

Codice Tavola										SCALA:		PLOTTAGGIO: 1=1		FORMATO: A4											
PROGR.										NUM		REV		NOME FILE: 02_2014_17_Relazione tecnica impianto elettrico.doc											
1		7		P		E		D		I		E		.069.0		01		NOTE:							
3																									
2																									
1		REVISIONE																27 ott. 14		E.G.		B.V.		G.N.	
0		EMISSIONE																10 ott. 14		E.G.		B.V.		G.N.	
REV.		DESCRIZIONE																DATA		REDATTO		VERIFICATO		APPROVATO	

INDICE

1.	Oggetto dei lavori.....	2
2.	Rispondenza disposizioni di legge e di norma.....	2
3.	Fonti di alimentazione dell'energia elettrica.....	3
4.	Descrizione degli interventi	4
4.1.	Interventi di smantellamento/spostamento.....	4
4.2.	Impianto di illuminazione	4
4.2.1.	Impianto F.M.	5
4.2.2.	Impianto di illuminazione	6
4.3.	Impianto di terra.....	6
5.	Relazione di calcolo	7
5.1.	Calcolo delle correnti di impiego.....	7
5.2.	Dimensionamento dei cavi.....	8
5.3.	Integrale di Joule.....	9
5.4.	Dimensionamento dei conduttori di neutro.....	10
5.5.	Dimensionamento dei conduttori di protezione	11
5.6.	Calcolo della temperatura dei cavi.....	12
5.7.	Cadute di tensione.....	12
5.8.	Fornitura della rete	13
5.9.	Bassa tensione	14
5.10.	Calcolo dei guasti.....	15
5.11.	Scelta delle protezioni	19
5.12.	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture.....	19
5.13.	Verifica di selettività.....	20
5.14.	Riferimenti normativi.....	21
6.	Allegati.....	23
6.1.	Fascicolo Tecnico Edificio 3.....	23
6.2.	Fascicolo Tecnico Edificio 24.....	23

1. Oggetto dei lavori

La presente relazione tecnica, riferita al progetto esecutivo, pone gli indirizzi per l'esecuzione degli impianti elettrici conseguenti al primo lotto e secondo lotto per il lavori di realizzazione di scale esterne di sicurezza ai fini dell'adeguamento normativo dei VVF, presso l'Edificio 24 del Campus Golgi-Clericetti in via Golgi 40 e presso l'Edificio 3 del Campus Leonardo in Piazza Leonardo da Vinci,32.

Tali opere possono essere così schematizzate:

- a) scollegamenti e rimozioni degli impianti esistenti nelle aree interessate agli scavi di fondazione delle strutture;
- b) realizzazione del nuovo impianto di illuminazione;
- c) realizzazione del nuovo impianto di alimentazione quadretti cortile Edificio 3;
- d) realizzazione di nuova alimentazione per impianto irrigazione cortile Edificio 3.

Per la descrizione degli impianti illuminazione si faccia riferimento alla RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO.

2. Rispondenza disposizioni di legge e di norma

Il progetto è stato realizzato nel rispetto dei seguenti riferimenti di legge e normativi.

“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».” d.p.r. 5 ottobre 2010, n. 207.

“Attuazione dell'articolo 1 della legge n. 123 del 2007, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”, d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

“Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici” Decreto 22 gennaio 2008, n. 37.

“Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia”, legge 3 agosto 2007, n. 123 e s.m.i.

“Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”, d.lgs. 12 aprile 2006, n. 163, e successive modificazioni e integrazioni.

“Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59” d.p.r. 12 gennaio 1998, n. 37, e s.m.i.

“Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici” Legge 1 marzo 1968, n. 186.

CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.

CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

CEI 64-8 Parte 1, Parte 2, Parte 3, Parte 4, Parte 5, Parte 6, Parte 7 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua

CEI 61-11 - Impianti elettrici nei mobili.

CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.

CEI 64-50 - Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri generali.

CEI 64-52 - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per edifici scolastici.

CEI EN 62305 (CEI 81-10) Parte 1, Parte 2, Parte 3, Parte 4 - Protezione contro i fulmini.

CEI 103-1 - Impianti telefonici interni.

CEI EN 60617/IEC 617 - Segni grafici per schemi.

3. Fonti di alimentazione dell'energia elettrica

Dato il poco assorbimento dell'impianto di illuminazione, per l'Edificio 24 si deriverà l'impianto dal Quadro Elettrico Piano Terra con l'installazione di interruttore di protezione e relativo sistema per l'accensione con crepuscolare, per l'Edificio 3 le alimentazioni delle relative scale verranno derivate dal Quadro Elettrico Generale di Edificio situato al piano seminterrato, nel quale verranno installate gli interruttori specificati con relativa apparecchiatura per la sonda crepuscolare, sempre dal Quadro Elettrico suddetto verranno installate le protezioni per i Quadretti prese nel cortile dell'Edificio 3 e per l'alimentazione dell'impianto di irrigazione che verrà installato nel cortile del medesimo edificio.

I cavi di alimentazione provenienti dai rispettivi Quadri Elettrici menzionati, saranno posati nelle passerelle elettriche già presenti nel corridoio impiantistico del piano interrato dell'Edificio 3 e al piano terra dell'Edificio 24.

Fonte: Quadro generale di bassa tensione Edificio 3

Tensione nominale: 400 V/ 230 V 3F+N;

Frequenza: 50 Hz;

Classificazione del sistema in relazione alla tensione nominale: I categoria;

Fattore di potenza (cos ϕ): 0,9;

Sistema di distribuzione: TN-S;

Corrente di corto circuito presunta ai quadri BT: ≤ 10 kA.

Fonte: Quadro generale di bassa tensione Edificio 24
Tensione nominale: 400 V/ 230 V 3F+N;
Frequenza: 50 Hz;
Classificazione del sistema in relazione alla tensione nominale: I categoria;
Fattore di potenza (cos ϕ): 0,9;
Sistema di distribuzione: TN-S;
Corrente di corto circuito presunta ai quadri BT: ≤ 10 kA

4. Descrizione degli interventi

4.1. Interventi di smantellamento/spostamento

Per quanto riguarda l'Edificio 24, inerente la zona scavo di fondazione, si prevede lo smantellamento di n°1 lampione esistente adiacente l'Edificio 23, ripristino del collegamento della linea alimentazione lampione adiacente la rampa ingresso carraio, assistenza ai tecnici Telecom per lo spostamento dei cavi in fibra ottica di loro proprietà che attualmente attraversano la zona prevista dallo scavo della fondazione della scala di sicurezza.

Per quanto riguarda l'Edificio 3, a seguito dello scavo per la fondazione della scala alta, si dovranno deviare eventuali tubazioni e/o cavi che possano interferire la realizzazione della fondazione stessa, nella realizzazione degli scavi per le scale basse nel cortile interno, qualora vi siano interferenze con i conduttori di messa a terra esistenti e/o cavi di alimentazione per la pompa irrigazione esistente, si dovranno smantellare e/o deviare i percorsi in accordo con la D.L.

4.2. Impianto di illuminazione

Si prevede la realizzazione di un impianto di illuminazione sulla struttura delle scale, atto a rendere visibile il percorso verso la rampa di scale, i pianerottoli e gli sbarchi a terra.

Le alimentazioni, come specificato al punto 3, verranno derivate da Quadri Elettrici esistenti, opportunamente modificati, per rendere sicuro il circuito stesso di alimentazione.

Dispositivi con sonde crepuscolari e orologio comanderanno in modo automatico l'accensione e lo spegnimento dell'impianto nelle diurne e notturne.

Gli orari di accensione / spegnimento verranno decisi con la DL e l'Area di Gestione degli impianti esterni di illuminazione.

La distribuzione avverrà utilizzando canaline portacavi esistenti, per l'Edificio 24, la canalina è ubicata nel controsoffitto del piano terra, la rimozione dei pannelli del controsoffitto è prevista negli interventi a carattere civile, per l'Edificio 3, la canalina portacavi è esistente al piano seminterrato dell'edificio come evidenziato nelle tavole planimetriche.

Gli stacchi dalle canaline esistenti, saranno realizzati in tubazione in pvc autoestinguente a bassa emissione di gas tossici, fissate a parete e/o soffitto con appositi supporti a scatto con cinghia di sicurezza per evitare il distacco accidentale della tubazione.

Eventuali scatole di derivazione dovranno essere del tipo in pvc autoestinguente, complete di morsetti a cappuccio e coperchio fissato con viti aventi un grado di protezione non inferiore a IP56, pertanto in caso di forature per passaggio cavi e/o tubo si dovranno utilizzare raccordi in grado di mantenere la protezione indicata.

La distribuzione sul corpo scala esterna dovrà essere eseguita in tubazione tipo "TAZ" acciaio leggero zincato fissato al corpo scala con appositi supporti a ganascia, in modo **da evitare qualsiasi tipo di fori sulla struttura metallica** per il loro fissaggio, il percorso dovrà "seguire" i profili della struttura, **eventuali necessità di qualsiasi natura diversa da questa specifica, dovrà essere decisa con la D.L.**

Eventuali scatole di derivazioni sulla struttura dovranno essere in materiale plastico autestingente, tutta la raccorderia per il tubo in acciaio dovrà essere in acciaio zincato e mantenere il grado di protezione richiesto, non inferiore a IP56.

I corpi illuminanti saranno posati in modo tale da garantire il massimo grado di illuminazione, senza impedimenti dati dalla struttura della scala, pertanto potranno essere decisi con la D.L. a struttura installata

I cavi utilizzati saranno:

- per il collegamento dal Quadro di zona o Generale, cavo FG7(O)M1 0,6/1 kV e FG7M1 0,6/1 kV;

Tabella delle potenze elettriche previste, derivanti dalle caratteristiche delle macchine e dalle esigenze espresse dai Dipartimenti.

DENOMINAZIONE	POTENZA (kW)
QUADRO GENERALE EDIFICIO 3 PIANO SEMINTERRATO	
ILLUMINAZIONE SCALA ALTA ESTERNA	1,2
QUADRO PIANO RIALZATO – EDIFICIO 24	
ILLUMINAZIONE SCALA ESTERNA	0,8

Le posizioni dei corpi illuminanti e lo sviluppo delle tubazioni sulle strutture delle scale di sicurezza dovranno essere concordate con la Direzione Lavori.

4.2.1. Impianto F.M.

Si prevedono le seguenti dotazioni impiantistiche nel cortile dell'Edificio 3, gruppi prese a disposizioni per eventuali eventi che si possano eseguire all'interno del cortile.

Cortile interno

Dorsale di alimentazione in partenza dal quadro generale di edificio in cavo FG7(O)M1 0,6/1 kV di sezione minima 6 mmq posato nella passerella metallica esistente al piano seminterrato in partenza dal Quadro Elettrico Generale di Edificio.

Dotazione per ogni quadretto (n°3) nel cortile:

- n° 1 presa CEE di tipo interbloccato in materiale isolante con grado di protezione minimo IP55 con fusibili di tipo tripolare con Neutro e Messa a terra (3P+N+T) da 16 A.
- n° 1 presa CEE di tipo interbloccato in materiale isolante con grado di protezione minimo IP55 con fusibili di tipo bipolare e Messa a terra (2P+T) da 16 A.

Linea di alimentazione per pompa di irrigazione in partenza dal quadro generale di edificio con sezione non inferiore a 2,5mmq in formazione bipolare più il conduttore di terra di tipo FG7(O)M1 0,6/1 kV, dette linee saranno posate in passerella fino al punto di uscita verso il cortile ed in seguito entro tubazioni interrate nel cortile interno sino al punto di alimentazione quadretto pompa, l'ubicazione di detto quadretto con le annesse protezioni e dispositivi di programmazione facente parte della dotazione della vasca raccolta acque e accessori per l'irrigazione, verrà decisa in fase di installazione della vasca con la D.L.

Per i Quadretti prese, in uscita dal pavimento del cortile fino all'interno del quadretto, in accordo con la D.L. si deciderà cosa meglio utilizzare a protezione del cavo di alimentazione.

DENOMINAZIONE		POTENZA (kW)
QUADRO GENERALE EDIFICIO 3 PIANO SEMINTERRATO		
QUADRETTI CON PRESE CEE	ESTERNA	3
POMPA IRRIGAZIONE	ESTERNA	0,66

4.2.2. Impianto di illuminazione

Si prevedono i seguenti livelli di illuminamento medio sul pianerottolo delle scale:

- Pianerottolo di uscita: 150 lx;
- Pianerottoli intermedi: 150 lx;

I corpi illuminanti saranno dotati di dispositivo di emergenza, per garantire l'adeguato livello di illuminazione di sicurezza in assenza di alimentazione elettrica.

Si prevede, inoltre, l'installazione di un dispositivo crepuscolare con sonda esterna e di un orologio giornaliero / settimanale di tipo digitale per lo spegnimento delle lampade nelle ore notturne.

Queste apparecchiature verranno installate: per l'Edificio 24 all'interno del quadro elettrico piano terra, per l'Edificio 3, all'interno del quadro generale di edificio situato al piano seminterrato.

4.3. Impianto di terra

Il sistema di distribuzione utilizzato al Politecnico è quello TN-S.

L'utilizzo di interruttori differenziali garantisce la verifica della protezione contro i contatti indiretti secondo le prescrizioni della norma CEI 64-8.

Per ogni struttura scala di sicurezza si dovrà installare una puntazza di tipo zincato di lunghezza non inferiore a 1,5mt da installare entro pozzetto predisposto nelle posizioni indicate nelle planimetrie. Dalla suddetta puntazza verrà collegato un conduttore flessibile avente sezione non inferiore a 70 mmq di colorazione G/Verde di tipo N07V-K protetto da tubazione in pvc flessibile / rigida fino alla base della struttura della scala di sicurezza e verrà collegato con apposito capicorda a schiacciamento. Detta puntazza dovrà in seguito essere collegata all'impianto di terra esistente utilizzando sempre conduttori con sezione non inferiore a 70 mmq entro tubazione in pvc. Il pozzetto dovrà essere indicato con apposito cartello avente il simbolo di messa a terra secondo le normative vigenti. CEI 64-8 e ss.mm.ii.

La Direzione Lavori potrà valutare l'opportunità di collegare i nodi equipotenziali dei quadri principali con il nastro metallico distribuito a parete lungo tutto il corridoio impiantistico al piano seminterrato, il quale è collegato ai nodi di terra delle cabine e ai dispersori di tutto il Campus.

5. Relazione di calcolo

5.1. Calcolo delle correnti di impiego

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

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

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 $\cos \varphi$ 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:

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

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

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

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.

La potenza P_n , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle (ΣP_d a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

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

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

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

5.2. 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:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

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. Le sette tabelle utilizzate sono:

- IEC 448;
- IEC 364-5-523 (1983);
- 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);

mentre per la media tensione si utilizza la tabella CEI 17-11.

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.

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.

5.3. 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 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 sopracitati 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 = 87

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

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

5.4. 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, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mmq;
- 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 mmq se il conduttore è in rame e a 25 mmq 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 mmq se conduttore in rame e 25 mmq se e 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:

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

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà 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.

5.5. 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 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² 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.

5.6. 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:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$

$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

esprese in °C.

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

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

5.7. 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:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

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:

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

con:

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

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione 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 Ω/km . La $cdt(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente I_b e calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

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

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

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.

5.8. 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 11-25.

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

5.9. Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato alla 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:

- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente nel caso di fornitura ENEL 4.5-6 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente nel caso di fornitura ENEL 4.5-6 kA).

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

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

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

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

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

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos\phi_{cc}$$

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

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

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

Invertendo la formula:

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

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

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

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

5.10. 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 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 è condotto nelle seguenti condizioni:

- a) tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- b) impedenza di guasto minima, 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 35023-2009 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\Delta T \cdot 0.004)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C.

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

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti della utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

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

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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:

$$\begin{aligned} R_{0cavoNeutro} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro} \\ X_{0cavoNeutro} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cavoPE} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE} \\ X_{0cavoPE} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

dove le resistenze $R_{dcavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

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:

$$\begin{aligned} R_{0sbarraNeutro} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro} \\ X_{0sbarraNeutro} &= 3 \cdot X_{dsbarra} \end{aligned}$$

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

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$

$$X_{0sbarraPE} = 2 \cdot X_{anello_guasto}$$

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

$$R_d = R_{dcavo} + R_{dmonte}$$

$$X_d = X_{dcavo} + X_{dmonte}$$

$$R_{0Neutro} = R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro}$$

$$X_{0Neutro} = X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro}$$

$$R_{0PE} = R_{0cavoPE} + R_{0montePE}$$

$$X_{0PE} = X_{0cavoPE} + X_{0montePE}$$

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 mΩ) di guasto trifase:

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

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutro \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

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

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro $I_{k1Neutromax}$, fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

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

$$I_{k1Neutro \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro \min}}$$

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

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

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI 11-25 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1Neutro} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutro\ max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\ max}$$

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

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Vengono ora esposti i criteri di calcolo delle impedenze allo spunto dei motori sincroni ed asincroni, valori che sommati alle impedenze della linea forniscono le correnti di guasto che devono essere aggiunte a quelle dovute alla fornitura. Le formule sono tratte dalle norme CEI 11.25 (seconda edizione 2001).

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11.25 par 2.5 per quanto riguarda:

- la tensione nominale viene moltiplicata per per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11-25);
- in media e alta tensione il fattore è pari a 1;
- guasti permanenti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto permanente.

Per la temperatura dei conduttori ci si riferisce al rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario dal cavo. Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

- | | |
|--------------------------------|--------------|
| ▪ isolamento in PVC | Tmax = 70°C |
| ▪ isolamento in G | Tmax = 85°C |
| ▪ isolamento in G5/G7 | Tmax = 90°C |
| ▪ isolamento serie L rivestito | Tmax = 70°C |
| ▪ isolamento serie L nudo | Tmax = 105°C |
| ▪ isolamento serie H rivestito | Tmax = 70°C |
| ▪ isolamento serie H nudo | Tmax = 105°C |

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

$$R_{d\ max} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{max} - 20))$$

$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

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

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:

$$I_{kmin} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{kmax}}$$

$$I_{k1Neutromin} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutromax}}$$

$$I_{k1PEmin} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PEmax}}$$

$$I_{k2min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{kmax}}$$

5.11. 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 dalla utenza I_{kmmax} ;
- 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_{magmax}).

5.12. 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:

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

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:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters \ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc \ max} \leq I_{inters \ max}$.

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 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.

5.13. 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.

5.14. Riferimenti normativi

Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 11-25 2001 IIa Ed. (EC 909): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- 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 17-5 VIIIa Ed. 2007: 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 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

- CEI 33-5 Ia Ed. 1984: Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 660V.
- CEI 64-8 VIa Ed. 2007: 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: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2009: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: 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.

Norme di riferimento per la Media tensione

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-1 IXa Ed. 1999: Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 11-35 IIa Ed. 2004: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente
- CEI 17-1 VIa Ed. 2005: Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V
- CEI 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000V
- 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV
- 17-46 1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili ad alta tensione per corrente alternata.

6. Allegati

6.1. Fascicolo Tecnico Edificio 3

6.2. Fascicolo Tecnico Edificio 24

FASCICOLO TECNICO EDIFICIO 3

FASCICOLO TECNICO EDIFICIO 24



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza2
Denominazione 1:	SCALA SICUREZZA ALTA
Denominazione 2:	EDIFICIO 3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	1 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1,111 kVA
Potenza dimensionamento:	1 kW	Potenza totale:	3,696 kVA
Potenza reattiva:	0,484 kVAR	Potenza disponibile:	2,585 kVA
Corrente di impiego Ib:	4,81 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	2x(1x2.5)+1G2.5	Coefficiente totale:	1
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate	K ² S ² conduttore fase:	1,278E+05 A ² s
Tipo cavo:	FG7M1 0.6/1 kV	Caduta di tens. parziale a Ib:	1,177 %
Tipo isolante:	EPR	Caduta di tens. totale a Ib:	1,191 %
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	Temperatura ambiente:	30 °C
Materiale conduttore:	RAME	Temperatura cavo a Ib:	31 °C
Lunghezza linea:	35 m	Temperatura cavo a In:	41 °C
Corrente ammissibile Iz:	37 A	Coordinamento Ib<In<Iz:	4,81 <= 16 <= 37 A
Corrente ammissibile neutro:	37 A		
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)		
Coefficiente di temperatura:	1		

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,813 kA	Ip1(fn) (picco):	0,655 kA
Ikv max a valle:	0,454 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,325 kA
I magnetica massima:	10,607 A	Zk1(ft) min (fase-terra):	20543,353 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	20684,38 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	534,303 mohm
Ik1(ft) min (fase-terra):	0,011 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	674,972 mohm
Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,454 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN		
Sigla protezione:	C60H-C + Vigì C60 AC 0,03 A + CT 2Na		
Tipo protezione:	MT + D + C		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Numero poli:	2	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,813 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icn-EN60898
Taratura magnetica:	160 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza3
Denominazione 1:	SCALA SICUREZZA N°1
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	0,5 kW	Collegamento fasi:	L2-N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	0,556 kVA
Potenza dimensionamento:	0,5 kW	Potenza totale:	3,696 kVA
Potenza reattiva:	0,242 kVAR	Potenza disponibile:	3,14 kVA
Corrente di impiego Ib:	2,405 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	2x(1x1.5)+1G1.5		
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate		
Tipo cavo:	FG7M1 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	Coefficiente totale:	1
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K²S² conduttore fase:	4,601E+04 A²s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,975 %
Lunghezza linea:	35 m	Caduta di tens. totale a Ib:	0,981 %
Corrente ammissibile Iz:	27 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	27 A	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	51 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<In<Iz:	2,405 <= 16 <= 27 A

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,813 kA	Ip1(fn) (picco):	0,404 kA
Ikv max a valle:	0,28 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,199 kA
I magnetica massima:	10,393 A	Zk1(ft) min (fase-terra):	20875,854 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	21109,98 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	866,315 mohm
Ik1(ft) min (fase-terra):	0,01 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	1100,211 mohm
Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,28 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN		
Sigla protezione:	C60H-C + Vigì C60 AC 0,03 A + CT 2Na		
Tipo protezione:	MT + D + C		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Numero poli:	2	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,813 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icn-EN60898
Taratura magnetica:	160 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza4
Denominazione 1:	SCALA SICUREZZA N°2
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	0,5 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	0,556 kVA
Potenza dimensionamento:	0,5 kW	Potenza totale:	3,696 kVA
Potenza reattiva:	0,242 kVAR	Potenza disponibile:	3,14 kVA
Corrente di impiego Ib:	2,405 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	2x(1x1.5)+1G1.5		
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate		
Tipo cavo:	FG7M1 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	Coefficiente totale:	1
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K²S² conduttore fase:	4,601E+04 A²s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,975 %
Lunghezza linea:	35 m	Caduta di tens. totale a Ib:	0,989 %
Corrente ammissibile Iz:	27 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	27 A	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	51 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<In<Iz:	2,405 <= 16 <= 27 A

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,813 kA	Ip1(fn) (picco):	0,404 kA
Ikv max a valle:	0,28 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,199 kA
I magnetica massima:	10,393 A	Zk1(ft) min (fase-terra):	20875,854 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	21109,98 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	866,315 mohm
Ik1(ft) min (fase-terra):	0,01 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	1100,211 mohm
Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,28 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN		
Sigla protezione:	C60H-C + Vigì C60 AC 0,03 A + CT 2Na		
Tipo protezione:	MT + D + C		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Numero poli:	2	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,813 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icn-EN60898
Taratura magnetica:	160 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza5
Denominazione 1:	SCALA SICUREZZA N° 3
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	0,5 kW	Collegamento fasi:	L3-N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	0,556 kVA
Potenza dimensionamento:	0,5 kW	Potenza totale:	3,696 kVA
Potenza reattiva:	0,242 kVAR	Potenza disponibile:	3,14 kVA
Corrente di impiego Ib:	2,405 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	2x(1x1.5)+1G1.5		
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate		
Tipo cavo:	FG7M1 0.6/1 kV		
Tipo isolante:	EPR	Coefficiente totale:	1
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	K²S² conduttore fase:	4,601E+04 A²s
Materiale conduttore:	RAME	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,975 %
Lunghezza linea:	35 m	Caduta di tens. totale a Ib:	0,978 %
Corrente ammissibile Iz:	27 A	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	27 A	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	51 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<In<Iz:	2,405 <= 16 <= 27 A

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,813 kA	Ip1(fn) (picco):	0,404 kA
Ikv max a valle:	0,28 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,199 kA
I magnetica massima:	10,393 A	Zk1(ft) min (fase-terra):	20875,854 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	21109,98 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	866,315 mohm
Ik1(ft) min (fase-terra):	0,01 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	1100,211 mohm
Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,28 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN		
Sigla protezione:	C60H-C + Vigì C60 AC 0,03 A + CT 2Na		
Tipo protezione:	MT + D + C		
Corrente nominale protez.:	16 A	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Numero poli:	2	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Curva di sgancio:	C	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,813 kA
Taratura termica:	16 A	Norma:	Icn-EN60898
Taratura magnetica:	160 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza6
Denominazione 1:	QUADRETTO PRESE N°1
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	5 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	5,556 kVA
Potenza dimensionamento:	5 kW	Potenza totale:	13,856 kVA
Potenza reattiva:	2,422 kVAR	Potenza disponibile:	8,301 kVA
Corrente di impiego Ib:	8,019 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	4x(1x4)+1G4	Coefficiente totale:	1
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate	K²S² conduttore fase:	3,272E+05 A²s
Tipo cavo:	FG7MI 0.6/1 kV	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,616 %
Tipo isolante:	EPR	Caduta di tens. totale a Ib:	0,63 %
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	Temperatura ambiente:	30 °C
Materiale conduttore:	RAME	Temperatura cavo a Ib:	32 °C
Lunghezza linea:	35 m	Temperatura cavo a In:	42 °C
Corrente ammissibile Iz:	45 A	Coordinamento Ib<In<Iz:	8,019 <= 20 <= 45 A
Corrente ammissibile neutro:	45 A		
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)		
Coefficiente di temperatura:	1		

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,936 kA	Ik1(ft) min (fase-terra):	0,011 kA
Ikv max a valle:	1,282 kA	Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,7 kA
I magnetica massima:	10,737 A	Ip1(fn) (picco):	1,01 kA
Ik max (trifase):	1,282 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,505 kA
Ip (picco):	1,85 kA	Zk min (trifase):	189,101 mohm
Ik min (trifase):	0,945 kA	Zk max (trifase):	232,22 mohm
Ik2 max (bifase):	1,111 kA	Zk1(ft) min (fase-terra):	20344,414 mohm
Ip2 (picco):	1,602 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	20432,647 mohm
Ik2 min (bifase):	0,818 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	346,402 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	434,11 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Sigla protezione:	C60H-C + Vigi C60 AC 0,03 A	Potere di interruzione Pdl:	15 kA
Tipo protezione:	MT + D	Verifica potere di interruzione:	15 >= 5,936 kA
Corrente nominale protez.:	20 A	Norma:	Icu-EN60947
Numero poli:	4		
Curva di sgancio:	C		
Taratura termica:	20 A		
Taratura magnetica:	200 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza7
Denominazione 1:	QUADRETTO PRESE N° 2
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	5 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	5,556 kVA
Potenza dimensionamento:	5 kW	Potenza totale:	13,856 kVA
Potenza reattiva:	2,422 kVAR	Potenza disponibile:	8,301 kVA
Corrente di impiego Ib:	8,019 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	4x(1x4)+1G4	Coefficiente totale:	1
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate	K²S² conduttore fase:	3,272E+05 A²s
Tipo cavo:	FG7MI 0.6/1 kV	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,616 %
Tipo isolante:	EPR	Caduta di tens. totale a Ib:	0,63 %
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	Temperatura ambiente:	30 °C
Materiale conduttore:	RAME	Temperatura cavo a Ib:	32 °C
Lunghezza linea:	35 m	Temperatura cavo a In:	42 °C
Corrente ammissibile Iz:	45 A	Coordinamento Ib<In<Iz:	8,019 <= 20 <= 45 A
Corrente ammissibile neutro:	45 A		
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)		
Coefficiente di temperatura:	1		

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,936 kA	Ik1(ft) min (fase-terra):	0,011 kA
Ikv max a valle:	1,282 kA	Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,7 kA
I magnetica massima:	10,737 A	Ip1(fn) (picco):	1,01 kA
Ik max (trifase):	1,282 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,505 kA
Ip (picco):	1,85 kA	Zk min (trifase):	189,101 mohm
Ik min (trifase):	0,945 kA	Zk max (trifase):	232,22 mohm
Ik2 max (bifase):	1,111 kA	Zk1(ft) min (fase-terra):	20344,414 mohm
Ip2 (picco):	1,602 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	20432,647 mohm
Ik2 min (bifase):	0,818 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	346,402 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	434,11 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Sigla protezione:	C60H-C + Vigi C60 AC 0,03 A	Potere di interruzione Pdl:	15 kA
Tipo protezione:	MT + D	Verifica potere di interruzione:	15 >= 5,936 kA
Corrente nominale protez.:	20 A	Norma:	Icu-EN60947
Numero poli:	4		
Curva di sgancio:	C		
Taratura termica:	20 A		
Taratura magnetica:	200 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza8
Denominazione 1:	QUADRETTO PRESE N° 3
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	5 kW	Collegamento fasi:	3F+N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	5,556 kVA
Potenza dimensionamento:	5 kW	Potenza totale:	13,856 kVA
Potenza reattiva:	2,422 kVAR	Potenza disponibile:	8,301 kVA
Corrente di impiego Ib:	8,019 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	400 V		

Cavi

Formazione:	4x(1x4)+1G4	Coefficiente totale:	1
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate	K²S² conduttore fase:	3,272E+05 A²s
Tipo cavo:	FG7M1 0.6/1 kV	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,616 %
Tipo isolante:	EPR	Caduta di tens. totale a Ib:	0,63 %
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	Temperatura ambiente:	30 °C
Materiale conduttore:	RAME	Temperatura cavo a Ib:	32 °C
Lunghezza linea:	35 m	Temperatura cavo a In:	42 °C
Corrente ammissibile Iz:	45 A	Coordinamento Ib<In<Iz:	8,019 <= 20 <= 45 A
Corrente ammissibile neutro:	45 A		
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)		
Coefficiente di temperatura:	1		

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,936 kA	Ik1(ft) min (fase-terra):	0,011 kA
Ikv max a valle:	1,282 kA	Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,7 kA
I magnetica massima:	10,737 A	Ip1(fn) (picco):	1,01 kA
Ik max (trifase):	1,282 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,505 kA
Ip (picco):	1,85 kA	Zk min (trifase):	189,101 mohm
Ik min (trifase):	0,945 kA	Zk max (trifase):	232,22 mohm
Ik2 max (bifase):	1,111 kA	Zk1(ft) min (fase-terra):	20344,414 mohm
Ip2 (picco):	1,602 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	20432,647 mohm
Ik2 min (bifase):	0,818 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	346,402 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	434,11 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Sigla protezione:	C60H-C + Vigi C60 AC 0,03 A	Potere di interruzione Pdl:	15 kA
Tipo protezione:	MT + D	Verifica potere di interruzione:	15 >= 5,936 kA
Corrente nominale protez.:	20 A	Norma:	Icu-EN60947
Numero poli:	4		
Curva di sgancio:	C		
Taratura termica:	20 A		
Taratura magnetica:	200 A		



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	-Utenza9
Denominazione 1:	POMPA IRRIGAZIONE
Denominazione 2:	CORTILE INTERNO ED3
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	0,66 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	0,733 kVA
Potenza dimensionamento:	0,66 kW	Potenza totale:	2,31 kVA
Potenza reattiva:	0,32 kVAR	Potenza disponibile:	1,577 kVA
Corrente di impiego Ib:	3,175 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	2x(1x2.5)+1G2.5	Coefficiente totale:	1
Tipo posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate	K ² S ² conduttore fase:	1,278E+05 A ² s
Tipo cavo:	FG7MI 0.6/1 kV	Caduta di tens. parziale a Ib:	0,777 %
Tipo isolante:	EPR	Caduta di tens. totale a Ib:	0,791 %
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	Temperatura ambiente:	30 °C
Materiale conduttore:	RAME	Temperatura cavo a Ib:	30 °C
Lunghezza linea:	35 m	Temperatura cavo a In:	34 °C
Corrente ammissibile Iz:	37 A	Coordinamento Ib<In<Iz:	3,175 <= 10 <= 37 A
Corrente ammissibile neutro:	37 A		
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)		
Coefficiente di temperatura:	1		

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	5,813 kA	Ip1(fn) (picco):	0,655 kA
Ikv max a valle:	0,454 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,325 kA
I magnetica massima:	10,607 A	Zk1(ft) min (fase-terra):	20543,353 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,012 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	20684,38 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,017 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	534,303 mohm
Ik1(ft) min (fase-terra):	0,011 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	674,972 mohm
Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,454 kA		

Protezione

Costruttore protezione:	MERLIN GERIN	Sg. magnetico < I mag. massima:	Prot. contatti indiretti
Sigla protezione:	C60H-C + Vigi C60 AC 0,03 A	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Tipo protezione:	MT + D	Verifica potere di interruzione:	10 >= 5,813 kA
Corrente nominale protez.:	10 A	Norma:	Icn-EN60898
Numero poli:	2		
Curva di sgancio:	C		
Taratura termica:	10 A		
Taratura magnetica:	100 A		



Verifiche

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	Pdl	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.
Utenza1	$34,4 < 102 < 117 \text{ A}$		Verificato		Verificato
Utenza2	$4,8 < 16 < 37 \text{ A}$	$10 > 5,81 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza3	$2,4 < 16 < 27 \text{ A}$	$10 > 5,81 \text{ kA}$	Non verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza4	$2,4 < 16 < 27 \text{ A}$	$10 > 5,81 \text{ kA}$	Non verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza5	$2,4 < 16 < 27 \text{ A}$	$10 > 5,81 \text{ kA}$	Non verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza6	$8 < 20 < 45 \text{ A}$	$15 > 5,94 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza7	$8 < 20 < 45 \text{ A}$	$15 > 5,94 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza8	$8 < 20 < 45 \text{ A}$	$15 > 5,94 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato
Utenza9	$3,2 < 10 < 37 \text{ A}$	$10 > 5,81 \text{ kA}$	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato

Legenda

Pdl: potere di interruzione o di corto circuito della protezione

I_{magmax} : corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

$K^2 S^2 > I^2 t$: verifica a cortocircuito della linea



Dati completi utenza

Identificazione

Sigla utenza:	+ ESISTENTE.QUADRO_ESISTENTE-Utenza2
Denominazione 1:	NUOVA ILLUMINAZIONE
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive 1:	
Informazioni aggiuntive 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	TN-S
Potenza nominale:	1,2 kW	Collegamento fasi:	L1-N
Coefficiente:	1	Pot. trasferita a monte:	1,333 kVA
Potenza dimensionamento:	1,2 kW	Potenza totale:	3,696 kVA
Potenza reattiva:	0,581 kVAR	Potenza disponibile:	2,363 kVA
Corrente di impiego Ib:	5,772 A	Numero carichi utenza:	1
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	231 V		

Cavi

Formazione:	3G2.5	Coefficiente totale:	1
Tipo posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate	K ² S ² conduttore fase:	1,278E+05 A ² s
Tipo cavo:	FG70MI 0.6/1 kV	Caduta di tens. parziale a Ib:	1,231 %
Tipo isolante:	EPR	Caduta di tens. totale a Ib:	1,231 %
Tabella posa:	CEI-UNEL 35024/1	Temperatura ambiente:	30 °C
Materiale conduttore:	RAME	Temperatura cavo a Ib:	32 °C
Lunghezza linea:	30 m	Temperatura cavo a In:	42 °C
Corrente ammissibile Iz:	36 A	Coordinamento Ib<In<Iz:	5,772 <= 16 <= 36 A
Corrente ammissibile neutro:	36 A		
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)		
Coefficiente di temperatura:	1		

Condizioni di guasto

Ikm max a monte:	9,997 kA	Ip1(fn) (picco):	0,774 kA
Ikv max a valle:	0,536 kA	Ik1(fn) min (fase-neutro):	0,382 kA
I magnetica massima:	381,584 A	Zk1(ft) min (fase-terra):	452,26 mohm
Ik1(ft) max (fase-terra):	0,536 kA	Zk1(ft) max (fase-terra):	574,953 mohm
Ip1(ft) (picco):	0,773 kA	Zk1(fn) min (fase-neutro):	452,26 mohm
Ik1(ft) min (fase-terra):	0,382 kA	Zk1(fn) max (fase-neutro):	574,953 mohm
Ik1(fn) max (fase-neutro):	0,536 kA		

Protezione

Tipo protezione:	MT + D	Sg. magnetico < I mag. massima:	160 < 381,584 A
Corrente nominale protez.:	16 A	Potere di interruzione Pdl:	10 kA
Numero poli:	2	Verifica potere di interruzione:	10 >= 9,997 kA
Curva di sgancio:	C	Norma:	Icn-EN60898
Taratura termica:	16 A		
Taratura magnetica:	160 A		



Condizioni di guasto (guasto bifase e fase-neutro) [kA]

Sigla utenza	I mag. [A]	I km max	I kv max	I k2 max	I p2	I k2 min	I k1(fn)max	I p1 (fn)	I k1(fn)min
+ ESISTENTE.QUADRO_ESISTENTE									
Utenza2	382	10	0,54	n.d.	n.d.	n.d.	0,54	0,77	0,38

Legenda

I mag: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

I km max: corrente di guasto massima a monte dell'utenza, serve per dimensionare il potere d'interruzione della protezione

I kv max: corrente di guasto massima a valle dell'utenza, utile per dimensionare le barre interne di un quadro



Protezioni

Sigla utenza	Tipo	In [A]	Poli	Curva	I _{th} [A]	I _{mag} [A]	I _{dn} [A]	I _c [kA]	Norma
+ ESISTENTE.QUADRO_ESISTENTE									
Utenza2	MT + D	16	2	C	16	160 A	0,03	10	Icn-EN60898

Legenda

In: corrente nominale

I_{th}: corrente di taratura della termica

I_{mag}: corrente di taratura dello sgancio magnetico

I_{dn}: corrente di sgancio differenziale

I_c: potere di interruzione o di corto circuito della protezione

Norma: norma alla quale si riferisce il potere di interruzione o di corto circuito



Verifiche

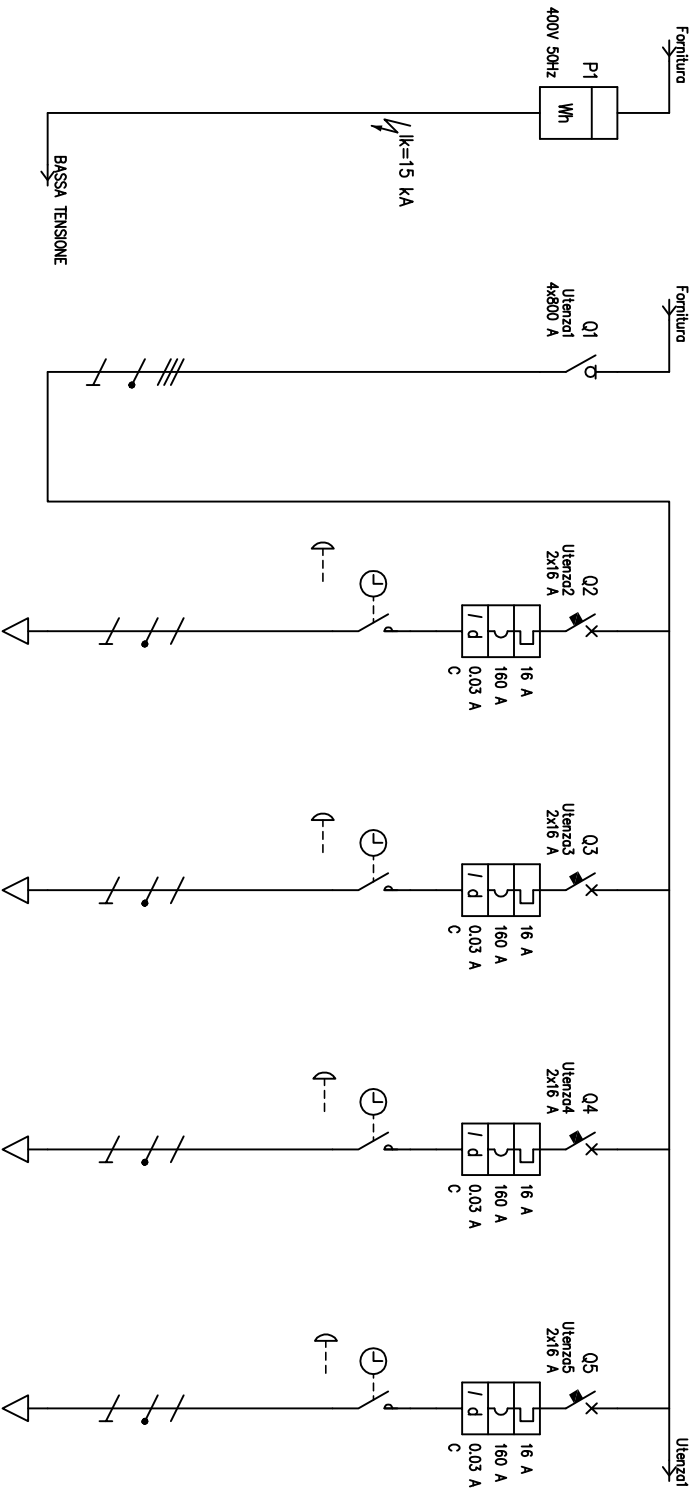
Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	Pdl	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.
+ ESISTENTE. QUADRO ESISTENTE					
Utenza2	5,8 <= 16 <= 36 A	10 >= 10 kA	Verificato	160 < 382 A	Verificato

Legenda

Pdl: potere di interruzione o di corto circuito della protezione

I_{magmax} : corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

$K^2 S^2 > I^2 t$: verifica a cortocircuito della linea



DENOMINAZIONE		QUADRO GENERALE		INTERRUTTORE GENERALE		SCALA SICUREZZA ALTA		SCALA SICUREZZA N°1		SCALA SICUREZZA N°2		SCALA SICUREZZA N°3	
EDIFICIO 3		BASSA TENSIONE		Esistente		EDIFICIO 3		CORTILE INTERNO ED3		CORTILE INTERNO ED3		CORTILE INTERNO ED3	
SIGLA		TITO		Utenza1		Utenza2		Utenza3		Utenza4		Utenza5	
TITO		POTENZA TOT.		TT		TN-S/L1-N		TN-S/L2-N		TN-S/L1-N		TN-S/L3-N	
POTENZA		kW		18.2		1		0.5		0.5		0.5	
COEF. CONTEMP.		COS φ		0.9		0.9		0.9		0.9		0.9	
COSTRUTTORE		MERLIN GERIN		Interpact INS800		MERLIN GERIN		MERLIN GERIN		MERLIN GERIN		MERLIN GERIN	
TITO		N.POL		4		2		2		2		2	
I _{th}		A		800		16		16		16		16	
I _{th}		A		16		0.03		0.03		0.03		0.03	
I _{th} (o curvo)		A		35		10		10		10		10	
FUSIBILE		TITO		A		A		A		A		A	
CALIBRO		TITO		A		A		A		A		A	
CONTAITTORE		TITO		A		A		A		A		A	
RELE' TERMICO		TITO		A		A		A		A		A	
TARATURA		TITO		A		A		A		A		A	
TITO CAVO		FG7M1 0.6/1 kV		FG7M1 0.6/1 kV		FG7M1 0.6/1 kV		FG7M1 0.6/1 kV		FG7M1 0.6/1 kV		FG7M1 0.6/1 kV	
FORMAZIONE		2x(1x2.5)+1G2.5		2x(1x1.5)+1G1.5		2x(1x1.5)+1G1.5		2x(1x1.5)+1G1.5		2x(1x1.5)+1G1.5		2x(1x1.5)+1G1.5	
LUNGHEZZA		m		1		35		35		35		35	
I _z		A		117		37		27		27		27	
C.d.T. a In		%		0.034		1.18		0.975		0.975		0.975	
Z _k		mΩ		40.8		534.3		20875.9		20875.9		20875.9	
Ik trifase/monof. kA		Ik1 fase/terro kA		5.94		0.454		0.28		0.28		0.28	
NUMERAZIONE MORSETTERIA		15		15		15		15		15		15	
LINEA DI POTENZA		DATA		31/10/2014		POLITECNICO DI MILANO		QUADRO ED3		QUADRO ED3.DWG		FOGLIO 1 DI	
REV.		MODIFICA		DATA		FIRMA		SOST. IL:		SOST. DA:		ORIGINE:	
1		2		3		4		5		6		7	
8		9		10		11		12		13		14	

