

COMMITTENTE:



**DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA**

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

**LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

**Parcheggio Campomarino
Relazione di calcolo di dimensionamento elettrico
Parcheggio**

L'Appaltatore
S.A. D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Ing. Gianguido Babini
Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

I progettisti (il Direttore della progettazione)
Ing. Massimo Facchini

Data 18/12/2022

firma

Data 18/12/2022

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	L F 0 2 0 0	0 0 5	B	/

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione Esecutiva	Scognamiglio	Dicembre 2022	Cicero	Dicembre 2022	Sorbino	Dicembre 2022	
B	Revisione per RDV	Scognamiglio	Febbraio 2023	Cicero	Febbraio 2023	Sorbino	Febbraio 2023	

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	1

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	3
2.1 Leggi, Decreti e Circolari:.....	3
2.2 Norme CEI.....	3
2.3 Specifiche tecniche RFI	5
3. CRITERI BASE DI PROGETTO	6
4. DISPOSITIVI DI COMANDO E PROTEZIONE	7
5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI ELETTRICI E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	8
5.1 Calcolo delle correnti di impiego	8
5.2 Cadute di tensione	9
5.3 Calcolo della temperatura dei cavi.....	10
5.4 Calcolo dei guasti.....	10
5.5 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito	11
5.6 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....	13
5.7 Dimensionamento dei conduttori di neutro.....	14
5.8 Verifica della portata	15
5.9 Verifica della protezione dai cortocircuiti.....	16
5.10 Verifica della massima lunghezza protetta.....	17
5.11 Conclusioni.....	18
6.. ALLEGATI	19

<p>MANDATARIA</p>  <p>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</p> <p>MANDANTI</p> 	<p>LINEA PESCARA – BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</p> <p>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</p>										
<p>Parcheggio Campomarino</p> <p>Relazione di dimensionamento elettrico</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	2

1. PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici per gli impianti LFM del progetto denominato Linea Pescara-Bari, raddoppio tratta Termoli-Lesina, Lotti 2 e 3 – "Raddoppio Termoli Ripalta".

L'intero intervento di raddoppio prevede l'attrezzaggio tecnologico dei PGEP agli imbocchi della galleria Campomarino, della nuova fermata di Campomarino, del nuovo Posto di comunicazione PC Frentani, degli impianti RED e delle nuove Viabilità per la risoluzione di interferenze.

Nella presente relazione si descrivono, relativamente al solo parcheggio di Campomarino, i criteri progettuali impiegati e i calcoli relativi al dimensionamento degli impianti elettrici

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	3

2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti;
- Normative CEI, UNI;
- Prescrizioni dell'Ente distributore.

Nel caso di cui trattasi, si è fatto particolare riferimento alle seguenti Leggi, Circolari e Norme:

2.1 Leggi, Decreti e Circolari:

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 "Testo Unico sulla sicurezza";
- DM 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie";
- DM. 37 del 22/01/08 "Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali";
- L.186 del 1.3.1968 "Realizzazioni e costruzioni a regola d'arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici";
- Regolamento (UE) 305/11 recante le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione (CPR);
- D.Lgs. n.106 del 16/06/2017 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione (CPR) e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

2.2 Norme CEI

- CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- 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 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua;
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI EN 50122-1 (CEI 9-6) - Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;

 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	4

- CEI EN 50122-2 (CEI 9-6/2) - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi. Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo;
- CEI 11-25 - Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI EN 60865-1 (CEI 11-26) - Correnti di corto circuito - Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo
- CEI 11-28 - Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione;
- CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale fino a 450/750V
- CEI 20-38 - Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV;
- CEI 20-45 V2 - Cavi per energia isolati in gomma elastomerica ad alto modulo di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al regolamento dei prodotti da costruzione (CPR) – Cavi con caratteristiche aggiuntive di resistenza al fuoco con tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 kV;
- CEI EN 60332: Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio;
- CEI EN 50267: Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;
- CEI EN 50575 - requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione, metodi di prova e valutazione dei cavi elettrici e in fibra ottica;
- CEI EN 61439-1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di Potenza;
- CEI EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole Generali;
- CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori Automatici;
- CEI EN 60947-3 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
- CEI EN 60947-5 Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra';

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	5

- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali;
- CEI EN 61386 – Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche;
- CEI EN 62040-1 - Sistemi statici di continuità (UPS) - Prescrizioni generali e di sicurezza;
- CEI EN 62040-2 - Sistemi statici di continuità (UPS) - Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC).

2.3 Specifiche tecniche RFI

- RFI DPRIM STC IFS LF610 C – Miglioramento della sicurezza in galleria, impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1000 metri;
- RFI DTC ST E SP IFS ES 728 B – Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione;
- RFI DTC DNSSSTB SF IS 06 365A - Specifica tecnica di fornitura: trasformatori d'isolamento monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria destinati agli impianti di sicurezza e segnalamento (Ed. 2008).

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	6

3. CRITERI BASE DI PROGETTO

La progettazione è stata sviluppata secondo le seguenti fasi:

- Analisi dei carichi elettrici;
- Definizione dell'architettura di impianto più idonea alla funzione che l'impianto deve svolgere;
- Definizione dello schema dei quadri elettrici;
- Scelta dei componenti dell'impianto di luce e forza motrice;
- Dimensionamento dei componenti contenuti nei quadri;
- Coordinamento delle protezioni e definizione dei parametri di selettività di intervento in modo da assicurare, oltre alla protezione delle persone e degli impianti, un'adeguata continuità di servizio;
- Dimensionamento dell'impianto di terra.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheeggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	7

4. DISPOSITIVI DI COMANDO E PROTEZIONE

I dispositivi di comando e protezione posti all'interno dei quadri sono stati scelti in modo da avere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze da alimentare ed ai livelli di corto circuito previsti.

Tali apparecchiature consisteranno in:

- Interruttori magnetotermici del tipo scatolato o modulare, dimensionati in base alla corrente nominale delle utenze da proteggere e dei livelli di cortocircuito massimo e minimo previsti. Tali interruttori saranno di tipo onnipolare, garantendo la protezione e l'interruzione anche del conduttore di neutro. Inoltre, tali dispositivi dovranno essere scelti in modo da rendere selettivo l'intervento tra gli interruttori posti a monte e quelli a valle; il potere d'interruzione sarà almeno pari alla corrente di corto circuito presunta nel punto di allaccio.
- Interruttori differenziali costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra. Tali protezioni dovranno essere adatte per il funzionamento con correnti alternate e laddove necessario anche con correnti pulsanti e unidirezionali.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheeggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	8

5. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI ELETTRICI E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Il dimensionamento delle linee elettriche di bassa tensione è stato eseguito per assicurare una caduta di tensione massima del 4% all'utenza finale e secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 64-8 assicurando per le linee le seguenti protezioni:

- dai sovraccarichi (assorbimento da parte dell'impianto di una corrente superiore a quella normale di impiego);
- dai cortocircuiti (assorbimento da parte dell'impianto "danneggiato" di una corrente molto superiore a quella normale di impiego causato da un guasto ad impedenza trascurabile tra le fasi e/o tra le fasi e la massa).

5.1 Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti di impiego I_b dipende della potenza di dimensionamento P_d e della tensione di alimentazione, secondo la relazione:

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

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1,73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

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:

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	9

$$P_d = K_c K_u P_n$$

nella quale K_c e K_u sono rispettivamente il coefficiente di contemporaneità e di utilizzazione, mentre invece P_n , è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze 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.

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 Cadute di tensione

Il calcolo delle cadute di tensione avviene 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 riportato in percentuale rispetto alla tensione nominale.

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 automaticamente ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 80°C, 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 $cdt(I_b)$.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	10

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.

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.

5.3 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, espresse in °C:

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

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

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.

5.4 Calcolo dei guasti

Nel 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).

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	11

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati a partire dalle utenze a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

5.5 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene condotto nelle seguenti condizioni:

- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione 1;
- 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 a 80 °C, data dalle tabelle UNEL 35023-70, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (60 \cdot 0.004)} \right)$$

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz risulta:

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

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

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:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro}$$

$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$

$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	12

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

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

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

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

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

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

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 $I_{k \max}$, fase neutro $I_{k1Neutro \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

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

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

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

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

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	13

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

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

dove:

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

5.6 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI 11-25 par 9.3.

Per la temperatura dei conduttori ci si riferisce al rapporto Genelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario dal cavo. Essa viene indicata dalla norma CEI 64-8/4 par 434.3 nella quale 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; 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 $I_{k1 \min}$ e fase terra, espresse in kA:

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

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

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	14

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

Come per le correnti massime di guasto, nel caso di utenze monofasi la corrente $I_{k\min}$ viene calcolata con la stessa metodologia utilizzata per il guasto fase terra, ossia utilizzando la calcolata con i parametri alla sequenza omopolare ricavati in base alle grandezze del conduttore di neutro:

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

$$I_{k1Neutro\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro\max}}$$

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

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

dove la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0,95 (tab.1 della norma CEI 11-25).

5.7 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 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 16mm² 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;

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	15

- 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:

$$S_f < 16 \text{ mm}^2 \quad S_n = S_f$$

$$16 < S_f < 35 \text{ mm}^2 \quad S_n = 16 \text{ mm}^2$$

$$S_f > 35 \text{ mm}^2 \quad S_n = S_f / 2$$

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.

5.8 Verifica della portata

Il coordinamento tra conduttura e organo di protezione per le condizioni di sovraccarico che si dovessero stabilire su circuiti dell'impianto è stato progettato (si veda l'elaborato specifico) assicurando la verifica delle seguenti disequazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1.45 I_z \quad (2)$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego (corrente nominale del carico);
- I_n è la corrente nominale dell'organo di protezione;
- I_f è la corrente convenzionale di intervento dell'organo di protezione (per int.aut. =1.3 I_n);
- I_z è la portata termica del cavo (corrente massima che la conduttura può sopportare per periodi prolungati senza surriscaldarsi).

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	16

Le relazioni di cui sopra si traducono, in pratica, nello scegliere la corrente nominale dell'interruttore in funzione della sezione e del tipo di cavo da proteggere, il quale, è stato scelto a sua volta sulla base della corrente di impiego dell'utilizzatore.

La sezione dei conduttori è stata scelta, quindi, in maniera tale da garantire la portata necessaria e in ogni caso non inferiore a 2,5mmq. In aggiunta, le sezioni dei cavi sono state scelte in modo che siano tali da garantire un caduta di tensione all'utenza finale non superiore al 4%.

5.9 Verifica della protezione dai cortocircuiti

I dispositivi posti a protezione contro i cortocircuiti devono essere scelti in modo da:

- Avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione;
- Intervenire in tempi compatibili con le sovratemperature ammissibili dai cavi da proteggere;
- Non intervenire intempestivamente per sovraccarichi funzionali.

Tali condizioni, per la protezione delle linee elettriche in cavo, si traducono nella relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \quad (3)$$

dove:

- $I^2 t$ rappresenta l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il tempo totale t di interruzione del cortocircuito (integrale di Joule);
- S è la sezione dei cavi (espressa in mmq);
- K è un fattore dipendente dal calore specifico del cavo, dalla resistività del materiale, dal gradiente fra temperatura iniziale del cavo e quella finale massima ammessa (per conduttori in rame vale 115 per isolamento in PVC e 143 per isolamento in gomma EPR).

Determinate le sezioni dei cavi, secondo le relazioni di cui sopra, se ne è verificato il coordinamento con il corrispondente dispositivo di protezione, il quale assolve contemporaneamente la funzione di protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, utilizzando interruttori automatici magnetotermici.

Infatti, le relazioni (1) e (2) delle pagine precedenti sono rispettate sulla base della scelta della taglia del dispositivo; la relazione (3) corrisponde a scegliere un interruttore magnetotermico che abbia un potere di interruzione almeno uguale al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato e

MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	17

che abbia una caratteristica di intervento tempo/corrente tale da impedire che la temperatura del cavo, in condizioni di guasto, non raggiunga la massima consentita, e questo sia nel punto più lontano della condotta (cui corrisponde la minima corrente di corto circuito) che nel punto iniziale della condotta (al quale corrisponde la massima corrente di corto circuito).

Sulla base di tali condizioni, avendo scelto quale dispositivo di protezione interruttori magnetotermici, che verificano le condizioni (1) e (2) sarà assicurata la protezione dai cortocircuiti a fondo linea e si limiterà la verifica “post opera” solo alla situazione ad inizio linea. I risultati dei calcoli elettrici relativi a I_b , I_n e I_z per ciascun circuito sono riscontrabili negli schemi elettrici unifilari.

5.10 Verifica della massima lunghezza protetta

Il calcolo della massima lunghezza protetta viene eseguito mediante il criterio proposto dalla norma CEI 64-8 al par. 533.3, secondo cui la corrente di cortocircuito presunta è calcolata come:

$$I_{ctocto} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot \frac{L_{max\ prot}}{S_f}}$$

partendo da essa e nota la taratura magnetica della protezione è possibile calcolare la massima lunghezza del cavo protetta in base ad essa.

Pertanto:

$$L_{max\ prot} = \frac{0.8 \cdot U}{1.5 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot \frac{I_{ctocto}}{S_f}}$$

Dove:

- U tensione concatenata per il neutro non distribuito e di fase per neutro distribuito;
- ρ resistività a 20°C del conduttore;
- m rapporto tra sezione del conduttore di fase e di neutro (se composti dello stesso materiale);
- I_{mag} taratura della magnetica.

Viene tenuto conto, inoltre, dei fattori di riduzione (per la reattanza):

- 0,9 per sezioni di 120 mm²;

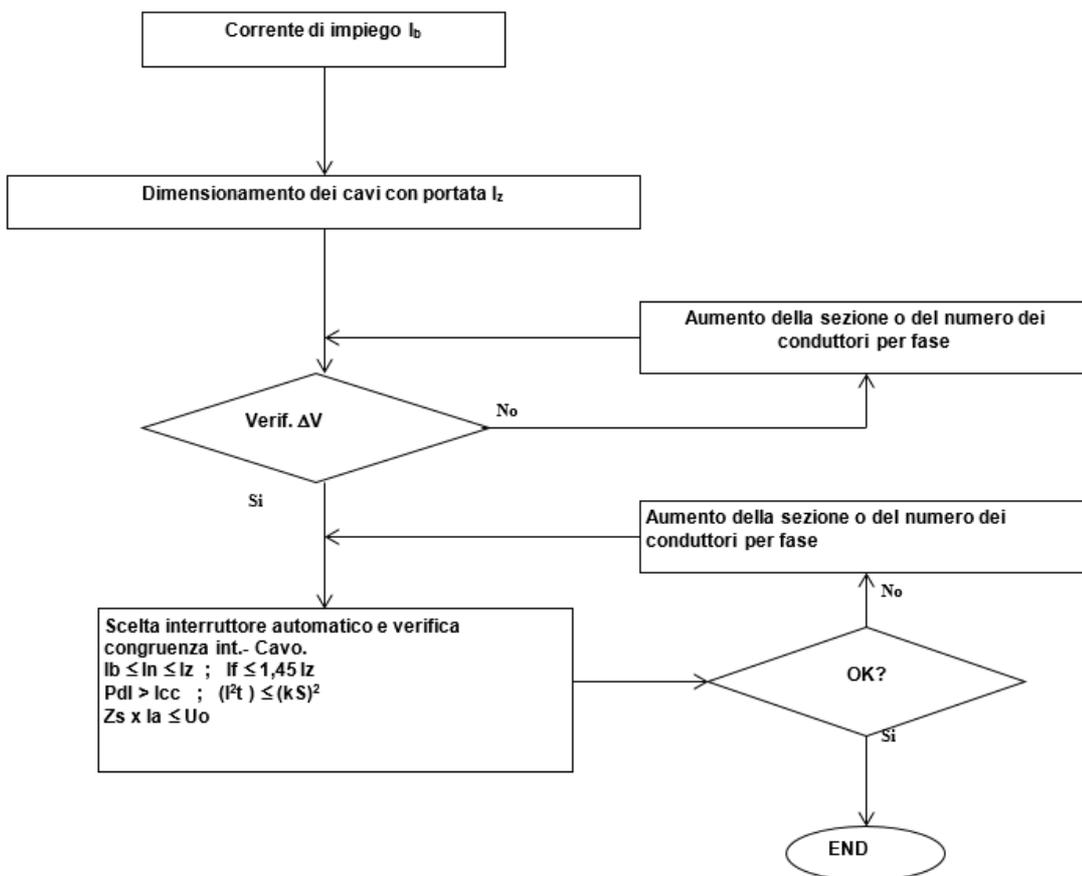
MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Parcheeggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	18

- 0,85 per sezioni di 150 mm²;
- 0,8 per sezioni di 185 mm²;
- 0,75 per sezioni di 240 mm²;

Per ulteriori dettagli vedi norma CEI 64-8 par.533.3 sezione commenti.

5.11 Conclusioni

Il dimensionamento dei conduttori è stato effettuato tenendo conto della procedura esposta nei precedenti paragrafi e delle caratteristiche dei dispositivi di protezione installati sui quadri. A tale proposito nella seguente figura è mostrato un diagramma di flusso che illustra il procedimento logico da seguire per dimensionare correttamente le apparecchiature elettriche:



MANDATARIA  MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Parcheggio Campomarino Relazione di dimensionamento elettrico		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	005	B	19

6. Allegati

Di seguito si riportano le verifiche eseguite con software di calcolo elettrico “Integra Ver. 5.11”.

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Generale

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	9,04	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N+Vigi A S - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 32	
Corrente nominale	32	[A]
PdI	10	[kA]
Corrente differenziale	0,3 - Cl. A S	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	8.346	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	2,279	[A]
Corrente regolata I _r	32	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	42	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	___	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito: QGBT-P C-2

Circuito: Presenza tensione

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza	QGBT-P C-2	
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	STI Gr. 10.3x38 - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 25	
Corrente nominale	2	[A]
PdI	100	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	401	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	2	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	4,2	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	___	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito: QGBT-N C-2

Circuito: Scaricatori

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza	QGBT-N C-2	
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca GSD160 NH 00 (4F)+CI.I+II iPRD1 12.5r 3P+N 20kV - SCHNEIDER		
Numero di poli	4 x 160	
Corrente nominale	160	[A]
PdI	50	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	8.175	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	160	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	256	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	___	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Orologio crepuscolare

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 4	
Corrente nominale	4	[A]
PdI	50	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	1.359	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	4	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	5,2	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	0	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito:

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	1,36	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	___ - ___	
Numero di poli	___	
Corrente nominale	4	[A]
PdI	___	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	1.359	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	4	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	5,2	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	___	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito:

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	1,36	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	___ - ___	
Numero di poli	___	
Corrente nominale	4	[A]
PdI	___	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	1.359	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0	[A]
Corrente regolata I _r	4	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	5,2	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	___	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Illum Parcheggio Linea 1

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 16	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	10	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	6.871	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	0	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Contattore

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	6,87	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	1(4x6)+(1PE6)	[mm ²]
Lung.	220	[m]
Modalità di posa	143/8M61_/30/0,604	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iCT 4NA 20A 230Vca Aut. - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 20	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	—	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	306	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	4,51	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	16.439 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	8.798 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	0 / 736.164	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	25	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	36	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,15	[%]
Lunghezza max protetta	6.222	[m]
Lunghezza max protetta SPD	32.767,00	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I di intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
E' garantita la protezione al sovraccarico
E' garantita la temperatura massima del cavo richiesta
E' verificata la condizione I²t minore o uguale K²S²

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Illum Parcheggio Linea 2

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 16	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	10	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	6.871	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	0	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Contattore

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	6,87	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	1(4x6)+(1PE6)	[mm ²]
Lung.	220	[m]
Modalità di posa	143/8M61_/30/0,604	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iCT 4NA 20A 230Vca Aut. - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 20	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	—	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	306	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	4,51	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	16.439 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	8.798 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	0 / 736.164	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	25	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	36	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,15	[%]
Lunghezza max protetta	6.222	[m]
Lunghezza max protetta SPD	32.767,00	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I di intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
E' garantita la protezione al sovraccarico
E' garantita la temperatura massima del cavo richiesta
E' verificata la condizione I²t minore o uguale K²S²

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Illum Parcheggio Linea 3

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 16	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	10	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	6.871	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	0	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Contattore

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	6,87	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	1(4x6)+(1PE6)	[mm ²]
Lung.	220	[m]
Modalità di posa	143/8M61_/30/0,604	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iCT 4NA 20A 230Vca Aut. - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 20	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	—	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	306	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	4,51	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	16.439 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	8.798 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	0 / 736.164	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	25	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	36	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,15	[%]
Lunghezza max protetta	6.222	[m]
Lunghezza max protetta SPD	32.767,00	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
E' garantita la protezione al sovraccarico
E' garantita la temperatura massima del cavo richiesta
E' verificata la condizione I²t minore o uguale K²S²

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Illum Parcheggio Linea 4

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 16	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	10	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	6.871	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	0	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Contattore

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	6,87	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	1(4x6)+(1PE6)	[mm ²]
Lung.	220	[m]
Modalità di posa	143/8M61_/30/0,604	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iCT 4NA 20A 230Vca Aut. - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 20	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	—	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	306	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	4,51	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	16.439 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	8.798 / 736.164	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	0 / 736.164	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	25	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	36	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,15	[%]
Lunghezza max protetta	6.222	[m]
Lunghezza max protetta SPD	32.767,00	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I di intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
E' garantita la protezione al sovraccarico
E' garantita la temperatura massima del cavo richiesta
E' verificata la condizione I²t minore o uguale K²S²

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Illum Parcheggio disponibile

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	8,35	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	iC60N - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 16	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	10	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	6.871	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	0	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita

Scheda riepilogativa riguardante i dati del circuito:

Circuito: Contattore

Dati generali relativi al Quadro: Quadro Parcheggio

Sistema di distribuzione in relazione allo stato del neutro	TT	
Tensione di esercizio nominale a vuoto	400	[V]
Corrente di cortocircuito I _k massima presunta	6,87	[kA]
Caduta di tensione percentuale massima ammissibile	4	[%]

Dati relativi al circuito di alimentazione dell'utenza

Sigla utenza		
Sezione	___	[mm ²]
Lung.	___	[m]
Modalità di posa	___	

Dati relativi alla protezione

Tipo - Marca	ICT 4NA 20A 230Vca Aut. - SCHNEIDER	
Numero di poli	4 x 20	
Corrente nominale	16	[A]
PdI	___	[kA]
Corrente differenziale	0,3	[A]
I di intervento protezione	0,3	[A]

Parametri elettrici relativi al circuito in considerazione

I _k max fondo linea	6.263	[A]
I _{gt} fase - PE fondo linea	5	[A]
I ² t max inizio linea / K ² S ² fase	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² neutro	___ / ___	[A ² S]
I ² t max inizio linea / K ² S ² PE	___ / ___	[A ² S]
Corrente di impiego I _b	0,456	[A]
Corrente regolata I _r	16	[A]
Portata del cavo I _z	___	[A]
Corrente di funzionamento I _f	21	[A]
Valore di 1,45 I _z	___	[A]
Caduta di tensione con I _b	0,01	[%]
Lunghezza max protetta	___	[m]
Lunghezza max protetta SPD	32.767,00	[m]

Considerazioni finali

E' verificata la condizione I_k minore o uguale P.d.i.
La caduta di tensione è minore di quella massima consentita
E' garantita la protezione ai contatti indiretti
E' verificata la condizione I intervento minore o uguale I_k
E' verificata la condizione I_n minore o uguale Taglia
La conduttura non è inserita