

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
S. O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA
PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna e Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama
Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

Canale idraulico e strade di ricucitura
Relazione di calcolo elettrico

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA PROGR. REV.

IA1U 03 E 18 CL LF0100 301 B

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	G. Sferro	Giugno 2021	L. Surace	Giugno 2021	G. Dimaggio	Giugno 2021	G. Di Buffarini
B	Emissione a seguito ODI	G. Sferro	Gennaio 2022	L. Surace	Gennaio 2022	G. Dimaggio	Gennaio 2022	G. Di Buffarini

Organo legittimato
n. 7812
SIAFER S.p.A.
U.O. Tecnologie Centro
Ingegneri G. Di Buffarini
G. Di Buffarini



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	2 di 35

INDICE

1	PREMESSA E SCOPO.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	ELABORATI CORRELATI.....	7
4	IPOTESI DI PROGETTO.....	8
4.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE.....	8
5	CRITERI PROGETTUALI.....	9
6	DISPOSITIVI DI COMANDO E PROTEZIONE.....	9
7	CRITERI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI ELETTRICI E COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	10
7.1	CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	10
7.2	CADUTE DI TENSIONE.....	11
7.3	CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI.....	12
7.4	CALCOLO DEI GUASTI	13
7.4.1	<i>Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....</i>	<i>13</i>
7.4.2	<i>Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....</i>	<i>16</i>
7.5	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	18
7.6	VERIFICA DELLA PORTATA.....	19
7.7	VERIFICA DELLA PROTEZIONE DAI CORTOCIRCUITI	20
7.8	VERIFICA DELLA MASSIMA LUNGHEZZA PROTETTA	21
7.9	CONCLUSIONI SUL DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI E PROTEZIONI.....	22
8	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA	24
8.1	SCELTA DEL DISPERSORE	24
8.2	DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI TERRA	25
8.3	DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE.....	25
9	CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA	27
9.1	COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO.....	27
9.2	CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA.....	27
10	VERIFICA PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI	27
11	ALLEGATI DI CALCOLO.....	28



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico tra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	3 di 35

1 PREMESSA E SCOPO

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto esecutivo "Riassetto Nodo di Bari - Tratta a Sud di Bari: variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare", relativamente all'opera anticipata del Sottovia carrabile nella zona S. Anna.

Nello specifico, scopo della presente relazione di calcolo è quello di illustrare i criteri seguiti e le verifiche operate nel dimensionamento degli impianti di distribuzione BT e degli impianti di terra, per l'alimentazione del sistema di trattamento delle acque di prima pioggia del canale idraulico.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	4 di 35

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti LFM dovranno essere realizzati secondo quanto prescritto da leggi e decreti vigenti e dalle normative UNI, CEI, FS ed ITALFERR nell'ultima versione alla data di redazione del presente documento, ed in particolare:

- Legge 1.3.1968, n.186;
- Legge 5/3/90 n. 46 - Norme per la sicurezza degli impianti elettrici;
- DM 22.01.2008 n. 37 – Regolamento installazione impianti;
- D.lgs. 9 Aprile 2008 n.81 – Testo unico sulla salute e Sicurezza sul lavoro;
- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-16 - Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 KV;
- 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 1000Vca e a 1500Vcc;
- CEI EN 50122-1 (CEI 9-6) - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico;
- CEI EN 50122-2 (CEI 9-6/2) - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a 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 61936-1 (CEI 99-2) - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 KV in corrente alternata. Parte 1: prescrizioni comuni;
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione 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 EN 60909 (CEI 11-25) - Calcolo di 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 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV;
- 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;



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	5 di 35

- CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 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 Prodotti da Costruzione (CPR). Cavi con caratteristiche aggiuntive di resistenza al fuoco. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
- CEI 20-91 - Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici;
- CEI 20-35 - Prove sui cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio;
- CEI 20-36 - Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio;
- CEI EN 60947-1 (CEI 26-13) - Apparecchiature a bassa tensione - Regole generali;
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) - Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici;
- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11) - Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
- CEI EN 60947-5 - Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra;
- CEI EN 61439-1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Regole generali;
- CEI EN 61439-2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Quadri di Potenza;
- CEI EN 61386-1 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61386-21 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI EN 61386-22 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- CEI EN 61386-23 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;
- CEI EN 61386-24 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	6 di 35

- CEI EN 62208-1 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali;



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	7 di 35

3 ELABORATI CORRELATI

La presente relazione degli impianti LFM va consultata congiuntamente ai seguenti elaborati grafici:

IMPIANTI LFM	
Relazione Tecnica impianti LFM	I A 1 U 0 3 E 1 8 R O L F 0 1 0 0 3 0 1
Computo Metrico Estimativo	I A 1 U 0 3 E 1 8 C E L F 0 1 0 0 3 0 1
Quadri elettrici BT	I A 1 U 0 3 E 1 8 D X L F 0 1 0 0 3 0 1
Tabella Cavi	I A 1 U 0 3 E 1 8 T T L F 0 1 0 0 3 0 1
Relazione di calcolo elettrico	I A 1 U 0 3 E 1 8 C L L F 0 1 0 0 3 0 1
Planimetria con ubicazione cavidotti e apparecchiature LFM	1:500 I A 1 U 0 3 E 1 8 P 8 L F 0 1 0 0 3 0 1



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	8 di 35

4 IPOTESI DI PROGETTO

4.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE

L'alimentazione degli impianti avverrà mediante nuovi allacci in bassa tensione da richiedere all'Ente Fornitore di Energia.

I sistemi di alimentazione avranno le seguenti caratteristiche:

Sistema di alimentazione	TT
Fasi	Trifase con neutro
Tensione Nominale	400/230 V
Corrente di corto circuito presunta al punto di consegna (CEI 0-21 5.1.3)	10 kA

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 9 di 35

5 CRITERI PROGETTUALI

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.

6 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 d'installazione prevista dalle norme CEI 0-21.
- 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.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 10 di 35

7 CRITERI 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).

7.1 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:



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	11 di 35

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

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:

$$P_d = K_c K_u P_n$$

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:

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

7.2 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

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 12 di 35

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 $cdt(I_b)$.

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.

7.3 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 $^\circ\text{C}$:



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	13 di 35

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

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.

7.4 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).

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.

7.4.1 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.



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	14 di 35

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:

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

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} .

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



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi
CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	15 di 35

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

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

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

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

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

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

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.):



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	16 di 35

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

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

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

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

dove:

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

7.4.2 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 Cenelec 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



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	17 di 35

- isolamento serie H nudo $T_{max} = 105^{\circ}C$

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_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

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

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

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

Come per le correnti massime di guasto, nel caso di utenze monofasi la corrente I_{kmin} 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:

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

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

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

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

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

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 18 di 35

7.5 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;
- 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:

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

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 19 di 35

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

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

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.

7.6 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).

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.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 20 di 35

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%.

7.7 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.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 21 di 35

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 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.

7.8 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;



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	22 di 35

- 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.

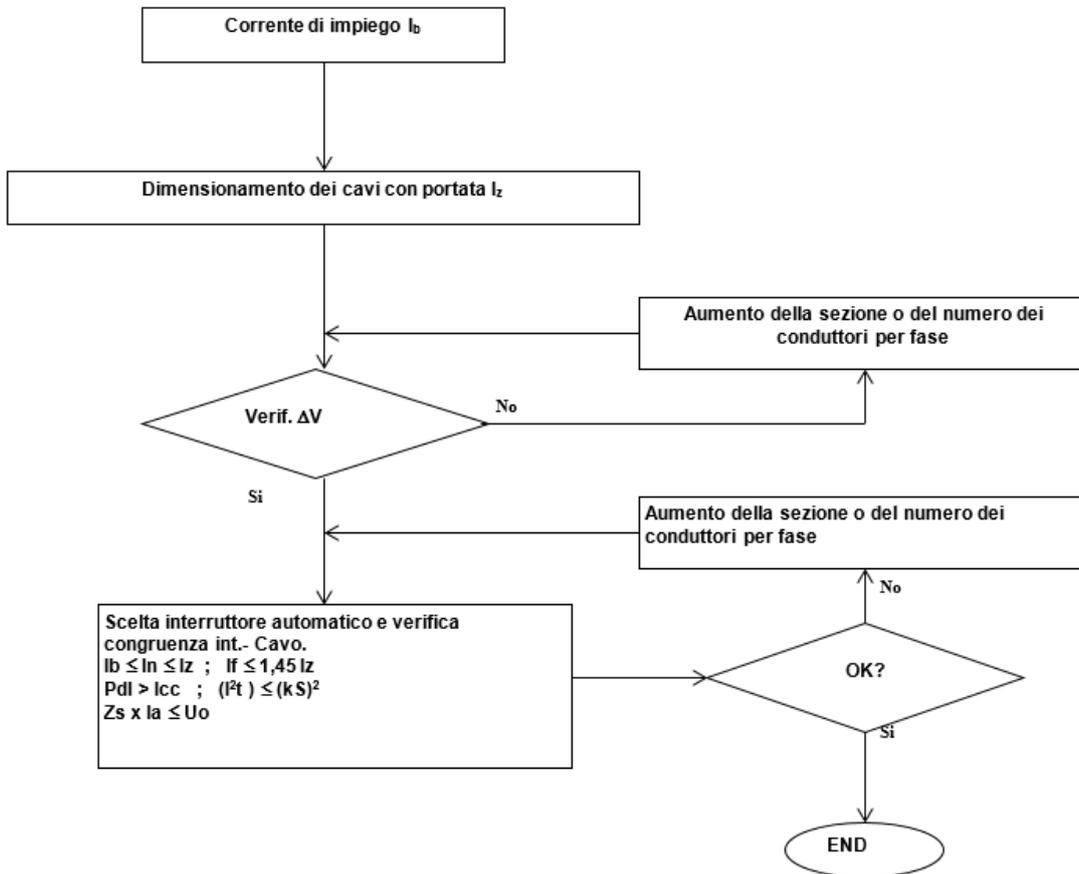
Viene tenuto conto, inoltre, dei fattori di riduzione (per la reattanza):

- 0,9 per sezioni di 120 mm²;
- 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.

7.9 CONCLUSIONI SUL DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI E PROTEZIONI

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:



Al termine del documento si riportano le verifiche eseguite con software di calcolo elettrico "i-project".

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 24 di 35

8 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di messa a terra in oggetto è destinato a realizzare il sistema di protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

Nel sistema elettrico di distribuzione a bassa tensione del tipo TT, la norma CEI 64-8 assume che per attuare l'interruzione automatica dell'alimentazione della linea guasta di cui sopra, ove si rende necessario l'impiego di interruttori dotati di dispositivo differenziale, deve essere soddisfatta la seguente relazione (CEI 64-8 art: 413.1.4):

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

dove:

R_a = Resistenza del dispersore in ohm;

I_{dn} = Corrente differenziale nominale in ampere;

U_L = Tensione di contatto limite (fissata in 50V).

Per attuare un'efficace protezione contro i rischi di contatti indiretti, pertanto:

- tutte le masse del sistema saranno collegate direttamente e stabilmente a terra.
- il collegamento a terra sarà effettuato per il tramite di un apposito dispersore, avente caratteristiche tali da garantire che sia rispettata la relazione sopra riportata.

8.1 SCELTA DEL DISPERSORE

La scelta della tipologia di dispersore è stata effettuata sulla base di considerazioni tecniche, economiche ed ambientali. Valutazioni tecniche inducono a realizzare un sistema che possa raggiungere il valore di resistenza calcolato ed una buona equipotenzialità. L'utilizzo di dispersori di fatto facilita il raggiungimento di tali obiettivi. L'aspetto economico induce ad evitare inutili sprechi di materiale. In particolare nei sistemi TT l'utilizzo degli elementi di fatto può spesso da solo garantire il raggiungimento di accettabili valori della resistenza di terra. In questi sistemi, in ogni caso, anche con l'uso di elementi verticali (dispersori a picchetto) si può ottenere un valore di resistenza soddisfacente. Esistono infine situazioni in cui le caratteristiche morfologiche del terreno (ad esempio

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 25 di 35

la presenza di rocce) o ambientali (terreni con elevata resistività) rendono necessario l'uso di maglie, di elementi orizzontali o trivellazioni per elementi verticali profondi.

8.2 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI TERRA

Il conduttore di terra deve essere in grado, anche in funzione delle condizioni di posa, di:

- portare al dispersore la corrente di guasto;
- resistere alla corrosione;
- resistere ad eventuali sforzi meccanici.

Secondo le prescrizioni della norma CEI 64-8 art. 542.3, le condizioni di cui sopra si ritengono soddisfatte quando i conduttori di terra e di protezione hanno sezioni non inferiori a quelle sotto indicate.

DESCRIZIONE	Rame [mmq]	Ferro zincato [mmq]
Non protetto contro la corrosione	25	50
Protetto contro la corrosione, ma senza protezioni meccaniche	16	16
Protetto sia contro la corrosione e meccanicamente	Si applica la tabella 2	

Sezioni minime conduttori di terra

8.3 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Il conduttore di protezione realizza il collegamento delle masse all'impianto di terra. La sua funzione primaria è quella di permettere la circolazione della corrente di guasto verso terra, ed unitamente all'interruttore automatico, garantire la protezione contro i contatti indiretti. La norma CEI 64-8 (art. 543.1) fissa due metodi per il dimensionamento di tali conduttori di seguito elencati:

- metodo semplificato
- metodo adiabatico

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 26 di 35

Col metodo semplificativo nella seguente tabella, la norma CEI 64/8 definisce i valori minimi della sezione del conduttore PE, in funzione della sezione del conduttore di fase:

Sezione di fase [mmq]	Sezione minima del conduttore di protezione [mmq]
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S \geq 35$	S/2

Tabella 2-Sezioni minime conduttori di protezione

Con il metodo adiabatico la norma definisce che la sezione minima del conduttore PE deve rispettare la seguente relazione

$$S_{PE} \geq \sqrt{\frac{I^2 t}{K^2_{PE}}}$$

Dove :

- I_t^2 è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore automatico durante l'interruzione del guasto.
- K_{PE} è un fattore il cui valore dipende dal tipo di materiale conduttore ed dal materiale isolante.

Considerata una corrente $I=10$ kA, con un tempo d'intervento della protezione pari a $t=0.01$ ms, e impostato il valore $K_{PE} = 143$, risulta:

$$S_{PE} \geq \sqrt{\frac{(10000)^2 \cdot 0.01}{143^2}} \geq 6 \text{ mm}^2$$

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi					
	CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA					
RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 18 CL	DOCUMENTO LF 01 00 301	REV. B	FOGLIO 27 di 35

9 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA

9.1 COMPOSIZIONE DELL'IMPIANTO

Il sistema disperdente sarà composto da singoli dispersori in verticali a picchetto in acciaio ramato, in prossimità dei quadri elettrici.

9.2 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA

La resistenza di un singolo picchetto così costituito può essere calcolata con la seguente formula:

$$R_{p1} = \frac{\rho}{2\pi L_p} \ln \frac{4L_p}{D_p};$$

Ciascun picchetto avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- L_p [m]= 3 Lunghezza complessiva del picchetto;
- D_p [mm]= 20 Diametro del picchetto.

Posta cautelativamente pari a 200 Ω m la resistività del terreno (terreno vegetale), la relazione precedente fornisce il valore:

$$R_p = 67,90 \Omega$$

Corrispondente al valore di resistenza di terra da considerare per la verifica della protezione dai contatti indiretti.

10 VERIFICA PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

Il valore di resistenza di terra dell'impianto risulta tale da assicurare il rispetto della condizione richiamata anche per il più elevato valore di corrente di intervento differenziale previsto nell'impianto (pari a 0,5 A).

$$R_p \times I_{dn} = 33,95 \text{ V} \leq 50 \text{ V}$$



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI
TORRE A MARE
Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la
lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	28 di 35

11 ALLEGATI DI CALCOLO



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	29 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QVC]

LINEA: ARRIVO ENEL

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _s [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
4,49	8,77	8,77	5,85	7,1	0,89		0,69	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1	3F+N	uni	3	11	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]		R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro PE							
1x 16	1x 16	3,47	0,34	16,17	22,34	0,01	0,01	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
8,77	107	10	9,21	4,08	0,001

Designazione / Conduttore

FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ARRIVO ENEL	Modulare	4	C	63	63	-	0,63	0,63
Q1	4	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	30 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QVC]

LINEA: ALIMENTAZIONE QP1

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
3	7,85	2,41	4,22	7,85	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.3	3F+N	multi	390	61	30		1,06	0,8	ravv.	1	1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE							
1x 10 1x 10	722,28	33,58	738,45	55,92	2,75	2,77	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
7,85	46,08	9,21	0,34	0,07	0,001

Designazione / Conduttore

FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ALIMENTAZIONE QP1	Modulare	4	C	25	25	-	0,25	0,25
Q0.1.3	4	-	-	-	Associato	A	0,5	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	31 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QVC]

LINEA: ALIMENTAZIONE QP2

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
3	7,85	7,85	4,22	2,41	0,89			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L0.1.4	3F+N	multi	310	61	30		1,06	0,8	ravv.	1	1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE							
1x 10 1x 10	574,12	26,69	590,29	49,03	2,19	2,2	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
7,85	46,08	9,21	0,42	0,09	0,001

Designazione / Conduttore

FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ALIMENTAZIONE QP2	Modulare	4	C	25	25	-	0,25	0,25
Q0.1.4	4	-	-	-	Associato	A	0,5	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi
CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	32 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QP1]

LINEA: ALIM. QUADRO IMPIANTO SOLLEVAMENTO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1	1,6	1,6	1,6	1,6	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1.1.4	3F+N+PE	multi	25	61	30		1,06	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	115,75	2,53	854,2	58,44	0,08	2,86	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,6	31,54	0,34	0,29	0,06	0,001

Designazione / Conduttore

FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ALIM. QUADRO IMPIANTO SOLLEVAMENTO	Modulare	4	C	16	16	-	0,16	0,16
Q1.1.4	4	-	-	-	Associato	A	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	33 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QP1]

LINEA: PRESA 16A DI SERVIZIO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1,5	7,24	0	0	7,24	0,9	0,5		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L1.1.6	F+N+PE	multi	1	11	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	4,63	0,1	743,08	56,02	0,03	2,8	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
7,24	45	0,17	0,17	0,07	0,001

Designazione / Conduttore

FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
PRESA 16A DI SERVIZIO	Modulare	2	C	16	16	-	0,16	0,16
Q1.1.6	2	-	-	-	Associato	A	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi
CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	34 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QP2]

LINEA: ALIM. QUADRO IMPIANTO SOLLEVAMENTO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1	1,6	1,6	1,6	1,6	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L2.1.4	3F+N+PE	multi	25	61	30		1,06	0,8	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	115,75	2,53	706,04	51,55	0,08	2,29	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
1,6	31,54	0,42	0,35	0,07	0,001

Designazione / Conduttore

FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ALIM. QUADRO IMPIANTO SOLLEVAMENTO	Modulare	4	C	16	16	-	0,16	0,16
Q2.1.4	4	-	-	-	Associato	A	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI



RIASSETTO NODO DI BARI
 TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
 Sottovia carrabile nella zona S. Anna" e "Canale idraulico fra la lama San Marco e la lama Valenzano e delle strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi

CANALE IDRAULICO E STRADE DI RICUCITURA

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	03	E 18 CL	LF 01 00 301	B	35 di 35

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QP2]

LINEA: PRESA 16A DI SERVIZIO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _R [A]	I _S [A]	I _T [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1,5	7,24	7,24	0	0	0,9	0,5		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L2.1.6	F+N+PE	multi	1	11	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	4,63	0,1	594,92	49,13	0,03	2,23	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
7,24	45	0,21	0,21	0,09	0,001

Designazione / Conduttore

FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
PRESA 16A DI SERVIZIO	Modulare	2	C	16	16	-	0,16	0,16
Q2.1.6	2	-	-	-	Associato	A	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI