

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

IMPIANTI LFM

Stazione di Finale L. – Relazione di calcolo – Dimensionamento elettrico

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPODOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 I 0 0 D 1 8 C L L F 0 1 0 0 0 0 3 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	L. Giorgini	Gennaio 2022	A. Bovio	Gennaio 2022	G. Fadda	Gennaio 2022	Guido Guidi Buffarini Gennaio 2022

ITALFERR S.p.A.
U.O. Energia Elettrotecnica
Ing. Guido Guidi Buffarini
Ordine Ingegneri Provincia di Roma
n° 17812

File: IV0100D18CLLF0100003A.doc

n. Elab.:

INDICE

PREMESSA	3
1 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	4
2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
2.1 LEGGI, DECRETI, CIRCOLARI.....	6
2.2 NORME E STANDARD RFI.....	7
2.3 NORME CEI	9
2.4 DOCUMENTI DI PROGETTO.....	10
3 CRITERI PROGETTUALI	11
4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE IN C.A.....	12
4.1 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	12
4.2 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI	12
4.3 INTEGRALE DI JOULE.....	13
4.4 CADUTE DI TENSIONE.....	14
4.5 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO	14
4.6 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....	15
4.7 CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI	16
4.8 CALCOLO DEI GUASTI	16
4.8.1 <i>Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....</i>	<i>16</i>
4.8.2 <i>Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....</i>	<i>18</i>
4.9 SCELTA DELLE PROTEZIONI	18
4.10 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE.....	18
4.11 VERIFICA DI SELETTIVITÀ	19
4.12 VERIFICA DEI CONTATTI INDIRETTI	19
5 CONCLUSIONI SUL DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI E PROTEZIONI	21
6 DATI DI BASE DEL PROGETTO.....	22
7 STRUTTURA QUADRI	24
8 VERIFICA DIMENSIONAMENTO IMPIANTI BT	25
8.1 VERIFICA DIMENSIONAMENTO QGBT-N.....	26
8.2 VERIFICA DIMENSIONAMENTO QF-N.....	27
8.3 VERIFICA DIMENSIONAMENTO QLFM-PGEP/N, QCC-N, QRED	28
8.4 VERIFICA DIMENSIONAMENTO QLFM-PGEP/P, QTLC-E	29
8.5 VERIFICA DIMENSIONAMENTO QLFM-PGEP/E	30

PREMESSA

Nella presente relazione tecnica vengono riportati i calcoli elettrici relativi agli impianti LFM che saranno realizzati nella stazione di Finale Ligure, della tratta Andora-Finale Ligure, da realizzare nell'ambito dei lavori del raddoppio della linea Genova-Ventimiglia.

L'intervento si sviluppa sostanzialmente nell'ambito della stazione con i seguenti interventi

- Fabbricato viaggiatori: attesa viaggiatori e ingresso;
- Atrio esterno ingresso stazione;
- Scale di accesso alle banchine e banchine coperte;
- Marciapiedi di fermata scoperti;
- Impianto Riscaldamento elettrico deviatoi
- Illuminazione punte scambi.
- SIAP

Altre opere saranno previste nell'ambito del Piazzale di Emergenza imbocco galleria Caprazoppa lato Genova:

- Fabbricato tecnologico (FA03): cabina MT/bt di trasformazione e impianti LFM locali tecnici;
- Illuminazione Punto di Evacuazione e Soccorso (PES 1).

La presente relazione tecnica illustra le scelte tecniche progettuali ipotizzate per la realizzazione degli impianti di illuminazione e forza motrice ed approfondisce e descrive le caratteristiche delle apparecchiature utilizzate.

1 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti nell'area di stazione Finale e nel piazzale di emergenza imbocco galleria Caprazoppa, descritti nella relazione, sono i seguenti:

IMPIANTI ELETTRICI

- Cabina di Trasformazione MT/bt;
- Quadri Elettrici BT;
- Rete BT;
- Impianti di Illuminazione normale;
- Impianti di illuminazione di emergenza;
- Impianti di Illuminazione area esterna;
- Canalizzazioni;
- Impianto di terra;
- Sistema di alimentazione 1kV;
- Impianto RED;
- SIAP

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti dovranno essere consegnati al termine dei lavori completi in ogni loro parte, con tutte le apparecchiature e tutti gli accessori prescritti dalle norme vigenti od occorrenti per il perfetto funzionamento, anche se non espressamente menzionati nei successivi capitoli.

Stante la responsabilità dell'Impresa installatrice circa il raggiungimento dei valori di progetto e la collaudabilità degli impianti, nell'esecuzione di questi ultimi essa osserverà - per formale impegno - tutte le norme di legge e di regolamento vigenti.

Nelle seguenti tabelle sono riportate, a titolo non esaustivo, le principali normative vigenti da applicare nella progettazione degli impianti LF; nonché i documenti progettuali Tipologici LF di riferimento. Dovranno essere inoltre rispettate le norme emesse dagli enti sotto elencati:

- Prescrizioni di Enti Locali, ASL, VVFF, Ispettore del Lavoro.
- Le leggi, i decreti, i regolamenti, le circolari ministeriali, le norme emanate dal C.N.R., le norme UNI, le norme CEI, le tabelle CEI-UNEL, le norme emanate dall'Istituto Italiano del Marchio di Qualità per i materiali e gli apparecchi di tipo compresi nell'elenco edito dall'Istituto stesso.
- Il regolamento Edilizio e di Igiene del Comune in cui si eseguono le costruzioni oggetto dell'appalto.
- Leggi e circolari del Ministero dell'Interno Direzione Generale Servizi Antincendio e le disposizioni del locale corpo VV.F. in merito alla prevenzione incendi.
- Decreto legislativo n. 81 del 9/04/08: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 133 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto legislativo n. 106 del 3/08/09: Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposte durante l'esercizio. Tutti i materiali devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore.

Per le parti di impianto di loro giurisdizione si osservano le disposizioni emanate dai locali compartimenti ENEL, TELECOM e del locale comando dei Vigili del Fuoco.

Per quanto non espressamente citato negli articoli di cui alla presente Relazione tecnica, si fa riferimento alla normativa vigente e a quanto prescritto nelle documentazioni d'appalto, affinché

gli impianti siano resi funzionanti e funzionali in ogni loro parte ed eseguito a regola d'arte.

Il rispetto delle norme appresso indicate è da intendersi relativo non solo per la realizzazione dell'impianto, ma esteso ad ogni singolo componente dell'impianto stesso.

Qualora venissero emanate disposizioni modificative o sostitutive delle norme sopra richiamate, anche nel corso dell'esecuzione dell'appalto, l'Appaltatore è obbligato ad uniformarvisi.

Si precisa che dovrà essere cura dell'Appaltatore assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i componenti uffici dei sopra elencati Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente alla realizzazione ed al collaudo delle opere assunte.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati, per i quali è prevista la concessione del marchio dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità, dovranno essere provvisti di questo marchio o equivalente previsto negli Stati Comunitari.

Saranno precisati dalla Committente, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le Ditte concorrenti ne tengano debito conto nell'esecuzione degli impianti ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

2.1 Leggi, Decreti, Circolari

Nel seguito è riportato un elenco – indicativo e non esaustivo – della principale normativa comunitaria e nazionale presa a riferimento per il progetto:

- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento UE N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Regolamento (UE) N. 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario nell'Unione europea modificata con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

- Regolamento (UE) N. 548/2014 della Commissione del 21 maggio 2014 recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi.
- Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.
- Legge 1/3/1968 n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- Legge n. 191/74 Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda autonoma delle Ferrovie dello Stato.
- D.P.R. n. 469/79 Regolamento di attuazione della Legge 191/74 sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda autonoma delle Ferrovie dello Stato.
- D.Lgs. 18/5/2016 n. 80 Modifiche al decreto legislativo 6 novembre 2007, n. 194, di attuazione della direttiva 2014/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica (rifusione). (16G00097) (GU Serie Generale n.121 del 25-5-2016 - Suppl. Ordinario n. 16).
- D.Lgs. 19/5/2016 n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione. (16G00096) (GU Serie Generale n.121 del 25-5-2016 - Suppl. Ordinario n. 16).
- D.M. 22/01/2008 n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.Lgs. 9/04/2008 n. 81 e s.m.i. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

2.2 Norme e standard RFI

- Linee Guida RFI DPR LG IFS 12 A Linee Guida per la sicurezza e la prevenzione incendi negli scali merci ferroviari.
- Cap. Tec. LF 680 Ed. 1985 Capitolato Tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nei piazzali ferroviari e grandi aree in genere. (Per quanto applicabile).
- Cap. Tec. TE 651 Ed. 1990 Capitolato Tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nelle stazioni. (Per quanto applicabile).
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 627 A Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 628 A Impianto di riscaldamento elettrico deviatoi con cavi scaldanti autoregolanti 24 Vca.

- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 629 A Armadio di piazzale per alimentazione resistenze autoregolanti per impianti di riscaldamento elettrico deviatoi.
- Linea Guida RFI DPR DAMCG LG SVI 008 B Illuminazione nelle stazioni e fermate.
- Manuale RFI DPR MA IFS 001 B Allegato al disciplinare degli elementi tecnico progettuali – Abaco degli apparecchi illuminanti.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 163 A Apparecchio illuminante a LED per marciapiedi, pensiline e sottopassi.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 165 A Apparecchio illuminante a LED (60x60) per installazione incasso / plafone.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 166 A Apparecchio illuminante a moduli LED per torri faro.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 600 A Torri faro a corona mobile con altezza 18 m e 25 m.
- Istr. Tec. RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A Istruzione Tecnica per la fornitura e l'impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia.
- Linea Guida RFI DMA IM LA LG IFS 300 A Quadri elettrici di media tensione di tipo modulare prefabbricato.
- Spec. Tec. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 666 A Specifica tecnica per la fornitura di trasformatori di potenza MT/bt con isolamento in resina epossidica.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS ES 728 B Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione.
- Spec. Tec. RFI DTC DNSSSTB SF IS 06 732 D Sistema integrato di alimentazione e protezione per impianti di sicurezza e segnalamento.
- Spec. Tec. RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kVcc.
- RFI DPRIM STF IFS LF618 A, 12/09/2011 - Specifica tecnica di fornitura trasformatore di alimentazione;
- RFI DPRIM STC IFS LF610 C, 24/04/2012 – Specifica Tecnica di Costruzione - Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A, 06/11/2015 - Apparecchio illuminante a LED in galleria;
- RFI DPRIM STF IFS LF612 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Tratta per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF613 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Piazzale per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF614 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Casette di derivazione e Pulsanti;
- RFI DPRIM STF IFS LF616 A, 12/09/2011 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Front-End e SCADA LFM;

2.3 Norme CEI

- Norme CEI e CEI EN relative agli impianti in oggetto, in particolare:
 - CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
 - CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
 - CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
 - CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (Parti 1-2-3-4-5-6-7-8).
 - CEI EN 61439 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) (Parti 1-2-3-4-5-6).
 - CEI EN 50122-1 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 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 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
 - CEI EN 60909-0 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
 - CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni.
 - CEI-UNEL 35024/1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
 - CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- Norme UNI e UNI EN relative agli impianti in oggetto, in particolare:
 - UNI EN 12464-1 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni.
 - UNI EN 12464-2 Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno.
 - UNI EN 1838 Illuminazione di emergenza.

2.4 Documenti di progetto

Sono parte integrante della presente relazione, i seguenti documento di progetto:

IV0I00D18PBLF0100001	Fabbricati tecnologici Stazione di Finale L. – Layout disposizione apparecchiature LFM e illuminazione - RETE DI TERRA
IV0I00D18P8LF0100001	Stazione Finale L. – Planimetria piano banchine e pensiline - disposizione apparecchiature e cavidotti
IV0I00D18P8LF0100002	Stazione Finale L. – Planimetria parcheggio - disposizione apparecchiature e cavidotti
IV0I00D18P8LF0100003	Stazione Finale L. – Planimetria sottopasso - disposizione apparecchiature e cavidotti
IV0I00D18DXLF0100001	Stazione Finale L. – Schema a blocchi - Analisi dei carichi
IV0I00D18DXLF0100002	Stazione di Finale L. - Schema elettrico unifilare e fronte quadro MT cabina di trasformazione
IV0I00D18DXLF0100003	Stazione di Finale L. - Schema SIAP
IV0I00D18DXLF0100004	Impianti LFM - Stazione di Finale L. - Schemi elettrici QGBT, fronte quadro e dimensionamento cavi
IV0I00D18DXLF0100005	Impianti LFM -Stazione di Finale L. - Schemi elettrici QF-FINALE L. fronte quadro e dimensionamento cavi
IV0I00D18P8LF0100004	Stazione di Finale L. - PES1 - Layout apparecchiature LFM - Schema elettrico
IV0I00D18CLLF0100001	Stazione di Finale L. - Relazione di calcolo illuminotecnico - Ambienti interni ed esterni
IV0I00D18CLLF0100003	Stazione di Finale L. - Relazione di calcolo - Dimensionamento elettrico

3 CRITERI PROGETTUALI

La progettazione è stata realizzata considerando le esigenze di continuità dell'esercizio e l'affidabilità degli impianti alimentati, ed in particolare tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Sicurezza per le persone e per le installazioni;
- Disponibilità ed affidabilità impiantistiche;
- Semplicità di esercizio e facilità di manutenzione.

Come punto di partenza è stata effettuata una attenta analisi dei carichi (ubicazione, potenza, specifiche esigenze ecc.) di ciascun impianto; una volta individuati i principali parametri impiantistici che caratterizzano il progetto, questo è stato sviluppato secondo le seguenti fasi:

- Definizione delle fonti di alimentazione normale, preferenziale ed essenziale
- Definizione della posizione e dei relativi schemi elettrici dei singoli quadri coinvolti.
- Dimensionamento della sezione dei cavi in funzione della tipologia e della taglia degli interruttori scelti, verificando la protezione dalle sovracorrenti e contatti diretti/indiretti

La definizione della tensione di alimentazione più adeguata per ogni singola utenza dipende fondamentalmente dalla potenza assorbita e dalla distanza dalla sorgente di alimentazione. Le tensioni di alimentazione che verranno impiegate sono quelle unificate: 230 V per i circuiti monofase e 400 V per quelli trifase.

4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE IN C.A.

4.1 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:

$$P_d = K_c K_u P_n$$

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:

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

4.2 Dimensionamento dei cavi

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

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

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

$$I_f \leq 1,45 I_z \quad (b)$$

dove:

I_b corrente di impiego della conduttura;
 I_n corrente nominale dell'interruttore;
 I_z portata nominale della conduttura.
 I_f corrente di funzionamento del dispositivo di protezione.

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

Il programma di calcolo dimensiona i cavi in modo da rispettare anche i seguenti casi:

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

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando la tabella assegnata alla utenza. Le quattro previste dal programma di calcolo sono:

- CEI UNEL 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI UNEL 35024: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI UNEL 35023: Cavi di energia per tensione nominale $U=1$ kV - Cadute di tensione

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

La portata minima del cavo viene calcolata come:

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

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

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

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z,min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64-8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione (b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI EN 60898 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1,45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, la norma CEI EN 60947 stabilisce che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1,45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione (b) sarà sempre verificata. Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

4.3 Integrale di joule

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

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

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però delle note che permettono, in attesa di disposizioni diverse, la loro determinazione.

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

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

Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 87
I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab.54B:	
Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116
I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab.54C:	
Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

4.4 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:

$$k_{cdt} = 2 \quad \text{per sistemi monofase;}$$

$$k_{cdt} = 1,73 \quad \text{per sistemi trifase.}$$

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.

4.5 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:

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

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

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

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.

4.6 Dimensionamento dei conduttori di protezione

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

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

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

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

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

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

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

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

dove:

- S_p sezione del conduttore di protezione (mm²);
- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore. In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica;

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

4.7 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.

4.8 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.

4.8.1 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.

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

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

La reattanza è invece:

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

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} .

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

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0sbarraNeutro} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro}$$

$$X_{0sbarraNeutro} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.):

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

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

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

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

dove:

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

4.8.2 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
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_{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).

4.9 Scelta delle protezioni

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

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

4.10 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

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

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

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

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

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

La norma CEI 64-8 al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve.

Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:

$$I_{cc \min} > I_{inters, \min}$$

$$I_{cc \max} < I_{inters, \max}$$

- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:

$$I_{cc \min} > I_{inters, \min}$$

- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:

$$I_{cc \max} < I_{inters, \max}$$

Il programma pertanto verifica le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Se la verifica non è positiva, vengono riportati i messaggi riferiti alle condizioni descritte.

4.11 Verifica di selettività

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

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

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici.

I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

4.12 Verifica dei contatti indiretti

La norma CEI 64.8 Art. 413.1.3.3 prescrive che le caratteristiche dei dispositivi di protezione (differenziali o di massima corrente) e le impedenze dei circuiti da proteggere devono essere tali che, se si presenta un guasto di

impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, avvenga l'interruzione automatica dell'alimentazione entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s I_a \leq U_0 \quad (\text{Sistemi TN})$$

dove:

Z_s Impedenza dell'anello guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

I_a Corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalla Tabella 41A (Norma CEI 64-8 Art. 413.1.3.3), in funzione della tensione nominale U_0 (per circuiti terminali protetti con interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale di intervento)

U_0 tensione nominale verso terra

La condizione sopra esposta è quella che scaturisce dalla curva di sicurezza corrente (tensione) - tempo che fissa le condizioni di massima esposizione del corpo umano nei confronti dei pericoli di elettrocuzione.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} .

Per ragioni di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale. Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

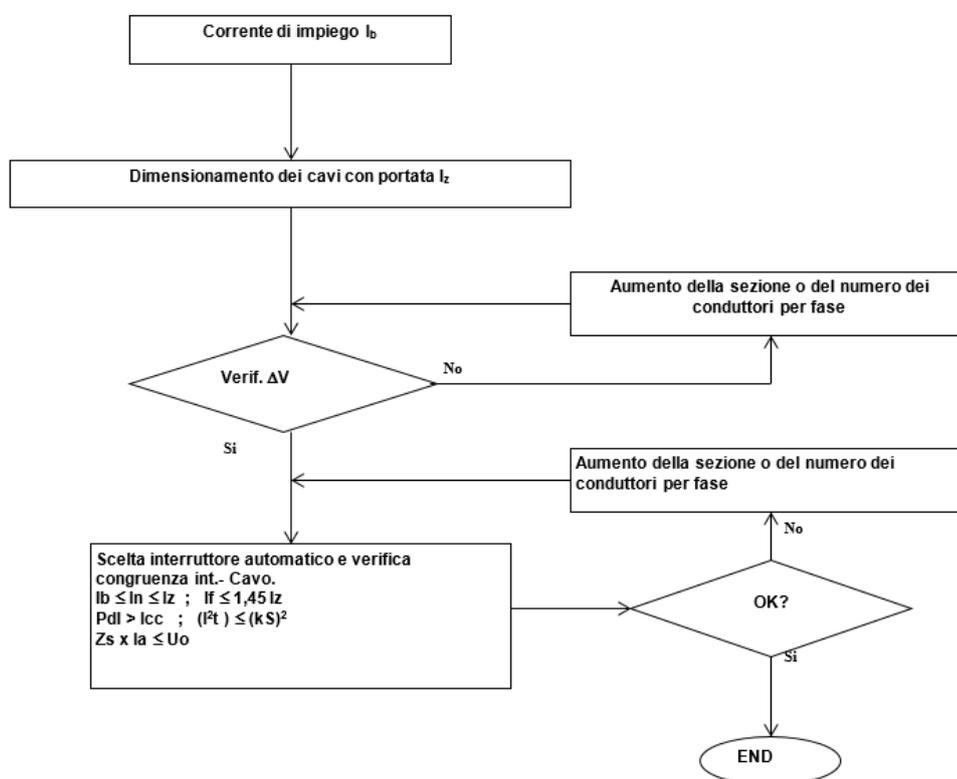
Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- Un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso I_a deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 s, oppure
- Un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso I_a deve essere la corrente che ne provoca lo scatto istantaneo.

Per la protezione contro i sovraccarichi si è verificato che la corrente di impiego della conduttura sia sempre inferiore alla portata delle stesse e che la corrente nominale di intervento dei dispositivi di protezione sia sempre maggiore della corrente nominale di impiego e, contemporaneamente, minore di quella massima portata dalle condutture.

5 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:



6 DATI DI BASE DEL PROGETTO

L'alimentazione di tutti gli impianti inerenti al piazzale di emergenza, al PES 1 e i nuovi impianti di illuminazione aree esterne della stazione, del fabbricato viaggiatori e del fabbricato tecnologico (FA03) avverrà dalla cabina MT/bt presente nel piazzale di emergenza imbocco Galleria Caprazoppa lato GE. Detta cabina sarà alimentata direttamente da Ente distributore in MT 15kV.

Il sistema MT è costituito essenzialmente da un quadro di Media Tensione (QMT-1) posto nel prefabbricato cabina consegna, ubicato in prossimità dell'ingresso al piazzale di emergenza, dal cavo MT sotteso al QMT-1 che alimenta il quadro MT QMT-2 posto nella cabina MT del fabbricato tecnologico di piazzale. Quest'ultimo quadro alimenta due trasformatori MT/bt 15/0.4kV a servizio degli impianti di fermata e piazzale, e due trasformatori MT/bt 15/1kV a servizio degli impianti di sicurezza di galleria.

Le potenze dei carichi da alimentare sono state ricavate applicando alle varie utilizzazioni di ciascuna utenza degli opportuni coefficienti di contemporaneità; per quanto riguarda invece il coefficiente di contemporaneità da applicare per valutare la potenza gravante sulle dorsali, si è innanzitutto ipotizzato il possibile scenario di funzionamento dell'intero impianto.

I due trasformatori per gli impianti di fermata hanno una potenza nominale pari a 400 kVA. Il dimensionamento delle macchine è stato fatto considerando le potenze e coefficienti di contemporaneità, riportati nella successiva tabella.

$$P_{tr} = 290,6 \text{ kW} / 0.8 * 1.1 \approx 400 \text{ kVA}$$

Utenze	Sigla	Tensione	Potenza installata kW	Coeff.n.te contemp.	Potenza impegnata kW *
Alimentazione Quadro Fermata Finale L	P1	400 V	40	1	40
Alimentazione SIAP	P2	400V	180	0,9	162
Alimentazione QLFM-PGEP-NORMALE	P3	400V	26	0,9	23,4
Alimentazione QRED	P4	400V	18	0,9	16,2
Alimentazione QAI	P5	400V	44	1	44
Alimentazione QdP-LF611 Gall. SAN BERNARDINO	P6	400V	5	0,8	5
Totale Potenza Normale (kW)			325		290,6
(*) P.za impegnata per l'esercizio dell'impianto					

Tabella 1 - Riepilogo delle potenze assorbite dalle utenze

Le potenze previste e gli schemi di alimentazione degli impianti meccanici sono validi per il dimensionamento. Il dettaglio dovrà essere sviluppato nelle successive fasi progettuali.

7 Struttura quadri

QGBT-N - Finale L. - Quadro Generale BT

----- QF-N - QF-FINALE LIGURE sez. NORMALE

----- QLFM-PGEP/N - Quadro LFM-PGEP/N

----- QCC-N - Quadro Cabina Consegna - sez. Normale

----- QRED - Quadro RED

----- SIAP-QCOMM - SIAP Finale L. - Quadro Comm. Rete/GE

----- QUP - Quadro QUP-SIAP

----- QLFM-PGEP/P - Quadro LFM-PGEP/P

----- QSCALD - Quadro Scaldiglie

----- UPS1-SIAP - UPS 1-SIAP

----- QUE - Quadro QUE-SIAP

----- QTLC-E - Quadro QTLC-E

----- QLFM-PGEP/E - Quadro LFM-PGEP/N

----- QF-E - QF-FINALE LIGURE sez. ESSENZIALE

----- QCC-E - Quadro Cabina Consegna - sez. Essenziale

8 Verifica dimensionamento impianti BT

Nelle tabelle presenti di seguito si riportano i risultati delle verifiche e del dimensionamento delle singole utenze in corrente alternata ottenute mediante il software iProject versione 6.1 utilizzato per il calcolo delle linee elettriche BT.

8.1 Verifica dimensionamento QGBT-N

Quadro: [QGBT-N]																								
Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	Ib [A]	cosFi	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE	
1	GENERALE QGBT-N		520,05		FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	20	2x240	2x240	1x240	1031,9	0,27	0,27	9,92	7,76	SI	-	-							
2	GENERALE QGBT-N		520,05		FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	20	2x240	2x240	1x240	1031,9	0,27	0,27	9,92	7,76	SI	-	-							
6	ALIMENTAZIONE QF-N FINALE L.		61,39		FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	500	1x120	1x120	1x70	252,1	2,79	3,06	2,31	0,63	SI	SI	SI							
7	ALIMENTAZIONE SIAP (QCOMM)		263,79		FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x150	1x150	1x95	288,26	0,58	0,85	8,65	5,41	SI	SI	SI							
8	ALIMENTAZIONE QLFM-PGEP/N		51,32		FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x50	1x50	1x25	207	0,31	0,58	7,73	3,46	SI	SI	SI							
9	ALIMENTAZIONE QRED		25,51		FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x25	1x25	1x16	135	0,28	0,55	6,35	2,1	SI	SI	SI							
10	ALIMENTAZIONE QAI - PES1	44	70,57	0,9	FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	75	1x70	1x70	1x35	268	0,77	1,04	6,14	2,22	SI	SI	SI							
11	Alim. QdP-LF611 Gall. SAN BERNARDINO	5	8,02	0,9	FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	700	1x50	1x50	1x25	207	1,14	1,41	0,9	0,2	SI	SI	SI							
12	ALIM. FV ESISTENTE FINALE LIGURE	30	48,11	0,9	FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	500	1x95	1x50	1x50	328	2,66	2,92	2	0,37	SI	SI	SI							

8.2 Verifica dimensionamento QF-N

Quadro: [QF-N]																							
Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	Ib [A]	cosφ	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE
1	ARRIVO		61,39									3,06											
6	AUX QUADRO QF		0									3,06											
7	GENERALE LUCE MARCIAPIEDE 1		9,66			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
8	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
9	ILL. MARCIAPIEDE 1 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	200	1x10	1x10	1x10	65,06	0,7	3,76	0,28	0,12	SI	SI	SI*						
10	ILL. MARCIAPIEDE 1 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	200	1x10	1x10	1x10	65,06	0,7	3,76	0,28	0,12	SI	SI	SI*						
11	ILL. MARCIAPIEDE 1 lato GENOVA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	220	1x10	1x10	1x10	65,06	0,77	3,83	0,26	0,11	SI	SI	SI*						
12	ILL. MARCIAPIEDE 1 lato GENOVA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	220	1x10	1x10	1x10	65,06	0,77	3,83	0,26	0,11	SI	SI	SI*						
13	ILL. PENSILINA 1 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	120	1x6	1x6	1x6	48,3	0,69	3,75	0,28	0,12	SI	SI	SI*						
14	ILL. PENSILINA 1 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	120	1x6	1x6	1x6	48,3	0,69	3,75	0,28	0,12	SI	SI	SI*						
15	ILL. PENSILINA 1 lato GENOVA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,87	3,93	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
16	ILL. PENSILINA 1 lato GENOVA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,87	3,93	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
20	GENERALE LUCE MARCIAPIEDE 2		11,59			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
21	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
22	ILL. MARCIAPIEDE 2 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	200	1x10	1x10	1x10	65,06	0,7	3,76	0,28	0,12	SI	SI	SI*						
23	ILL. MARCIAPIEDE 2 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	200	1x10	1x10	1x10	65,06	0,7	3,76	0,28	0,12	SI	SI	SI*						
24	ILL. MARCIAPIEDE 2 lato GENOVA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	180	1x10	1x10	1x10	65,06	0,63	3,69	0,3	0,13	SI	SI	SI*						
25	ILL. MARCIAPIEDE 2 lato GENOVA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	220	1x10	1x10	1x10	65,06	0,77	3,83	0,26	0,11	SI	SI	SI*						
26	ILL. PENSILINA 2 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 1	0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*						
27	ILL. PENSILINA 2 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 2	0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*						
28	ILL. PENSILINA 2 lato GENOVA CIRCUITO 1	0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*						
29	ILL. PENSILINA 2 lato GENOVA CIRCUITO 2	0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*						
33	GENERALE LUCE MARCIAPIEDE 3		5,8			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
34	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
35	ILL. PENSILINA 3 CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,87	3,93	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
36	ILL. MARCIAPIEDE 3 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 1	0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*						
37	ILL. MARCIAPIEDE 3 lato VENTIMIGLIA CIRCUITO 2	0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*						
38	PIAZZOLA MARCIAPIEDE 3		0,5	2,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x10	1x10	1x10	65,06	0,66	3,72	0,35	0,15	SI	SI	SI*					
39	ILL. MARCIAPIEDE 2 lato GENOVA CIRCUITO 1	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,87	3,93	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
40	ILL. MARCIAPIEDE 2 lato GENOVA CIRCUITO 2	0,4	1,93	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,87	3,93	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
43	GENERALE LUCE ZONE COMUNI		2,9			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
44	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
45	ILL. SOTTOPASSO CIRCUITO 1	0,3	1,45	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,65	3,71	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
46	ILL. SOTTOPASSO CIRCUITO 2	0,3	1,45	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,65	3,71	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
47	ILL. SCALE CIRCUITO 1	0,3	1,45	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,65	3,71	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
48	ILL. SCALE CIRCUITO 2	0,3	1,45	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	150	1x6	1x6	1x6	48,3	0,65	3,71	0,23	0,1	SI	SI	SI*						
52	GENERALE PRESE FABBR. VIAGGIATORI		8,7			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
53	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
54	PRESE LOCALE FV MONOFASE	3	5,8	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x4	1x4	1x4	40	0,78	3,84	0,56	0,25	SI	SI	SI						
55	PRESE LOCALE FV TRIFASE	3	3,85	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x4	1x4	1x4	35	0,26	3,32	1,08	0,25	SI	SI	SI						
62	GENERALE ASCENSORI FABBR. VIAGGIATORI		25,76			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
63	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
64	ASCENSORE 1	8	12,83	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	70	1x10	1x10	1x10	60	0,81	3,87	1,12	0,26	SI	SI	SI						
65	ASCENSORE 2	8	12,83	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	70	1x10	1x10	1x10	60	0,81	3,87	1,12	0,26	SI	SI	SI						
69	ALIM. LOCALI FABBR. VIAGGIATORI		12,88			25	1x4					3,06	2,31	0,63	-	-	-						
70	STRUMENTO MULTIFUNZIONE		0									3,06											
71	Alim. LOCALE IS	2	3,21	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x10	1x10	1x10	60	0,14	3,21	1,32	0,31	SI	SI	SI*						
72	Alim. LOCALE UFFICIO LAVORI	2	3,21	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x10	1x10	1x10	60	0,14	3,21	1,32	0,31	SI	SI	SI*						
73	Alim. LOCALE DOTE	2	3,21	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x10	1x10	1x10	60	0,14	3,21	1,32	0,31	SI	SI	SI*						
74	Alim. LOCALE FM/ UFFICIO MOVIMENTO/ SPOGLIATOI	2	3,21	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x10	1x10	1x10	60	0,14	3,21	1,32	0,31	SI	SI	SI*						

8.3 Verifica dimensionamento QLFM-PGEP/N, QCC-N, QRED

Quadro: [QLFM-PGEP/N]																							
Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	lb [A]	cosFi	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE
1	GENERALE QLFM-PGEP/N		51,32									0,58											
5	AUSILIARI QUADRO QGBT		0									0,58											
6	AUSILIARI QUADRO QLFM-PGEP	0,5	2,42	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	15	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,26	0,84	1	0,43	SI	SI	SI						
7	ALIM. QCC-N CABINA SEGNA		6,28		FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	120	1x16	1x16	1x16	80	0,43	1,01	1,58	0,35	SI	SI	SI						
8	GENERALE QUADRI STES ALIM. NORMALE		11,67									0,58											
9	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-13	1,2	4,64	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	2,66	0,27	0,11	SI	SI	SI*						
10	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-14	1,2	4,64	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	2,66	0,27	0,11	SI	SI	SI*						
11	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-15	1,2	4,64	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	500	1x16	1x16	1x16	91	2,67	3,25	0,21	0,09	SI	SI	SI*						
12	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-16	1,2	4,64	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	500	1x16	1x16	1x16	91	2,67	3,25	0,21	0,09	SI	SI	SI*						
15	ALIM. NORMALE UCP-2	1,2	2,67	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	0,69	1,27	0,46		SI	SI	SI*						
16	ALIM. NORMALE Q.UCS.QS-11-6	1,2	4,64	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	2,66	0,27	0,11	SI	SI	SI*						
17	ALIM. NORMALE Q.UCS.QS-11-7	1,2	4,64	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	2,66	0,27	0,11	SI	SI	SI*						
20	GENERALE FM FABBR. PGEP		36,71									0,58											
21	PRESE INTERBL. LOCALE MT e BT		3,481	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	40	1x4	1x4	1x4	35	0,43	1,01	1,24	0,27	SI	SI	SI						
22	PRESE INTERBL. LOCALE ALIMENTAZIONE		3,481	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x4	1x4	1x4	35	0,54	1,12	1,01	0,22	SI	SI	SI						
23	PRESE INTERBL. LOCALE ACC/TLC/GSM-R		3,481	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	60	1x4	1x4	1x4	35	0,64	1,23	0,85	0,19	SI	SI	SI						
24	PRESE INTERBL. LOCALE A DISP. E SERVIZI IGIENICI		3,481	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	80	1x4	1x4	1x4	35	0,86	1,44	0,65	0,14	SI	SI	SI						
25	PRESE 230V LOCALE MT		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	35	1x4	1x4	1x4	40	0,91	1,49	0,71	0,31	SI	SI	SI						
26	PRESE 230V LOCALE BT		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	20	1x4	1x4	1x4	40	0,52	1,1	1,17	0,51	SI	SI	SI						
27	PRESE 230V LOCALE GE		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x4	1x4	1x4	40	0,78	1,36	0,82	0,35	SI	SI	SI						
28	PRESE 230V LOCALE ALIMENTAZIONE		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	40	1x4	1x4	1x4	40	1,04	1,62	0,63	0,27	SI	SI	SI						
29	PRESE 230V LOCALE ACC		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x4	1x4	1x4	40	1,3	1,88	0,51	0,22	SI	SI	SI						
30	PRESE 230V LOCALE TLC		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	55	1x4	1x4	1x4	40	1,43	2,01	0,47	0,2	SI	SI	SI						
31	PRESE 230V LOCALE GSM-R		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	60	1x4	1x4	1x4	40	1,56	2,14	0,43	0,19	SI	SI	SI						
32	PRESE 230V LOCALE A DISP. E SERVIZI IGIENICI		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	70	1x4	1x4	1x4	40	1,82	2,4	0,37	0,16	SI	SI	SI						

Quadro: [QCC-N]																							
Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	lb [A]	cosFi	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE
1	ARRIVO DA QLFM-PGEP/N		6,28									1,01											
5	ALIMENTAZIONE AUSILIARI		0									1,01											
6	ALIM. LUCE LOCALE UTENTE	0,1	0,48	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	15	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,05	1,06	0,48	0,21	SI	SI	SI						
7	ALIM. LUCE LOCALE MISURE	0,1	0,48	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	20	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,07	1,08	0,42	0,18	SI	SI	SI						
8	ALIM. LUCE LOCALE DISTRIBUTORE	0,1	0,48	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,1	1,12	0,34	0,14	SI	SI	SI						
9	ALIM. PRESE LOCALE UTENTE		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	15	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,62	1,63	0,48	0,21	SI	SI	SI						
10	ALIM. PRESE LOCALE DISTRIBUTORE		3,5,8	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,24	2,26	0,34	0,14	SI	SI	SI						

Quadro: [QRED]																							
Num.	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	lb [A]	cosFi	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE
1	ARRIVO DA QGBT-N		25,51									0,55											
5	ALIMENTAZIONE Qds		1,1,6	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	20	1x4	1x4	1x4	35	0,07	0,62	2,03	0,46	SI	SI	SI						
6	Alim. AdP TR-01		8,12,83	0,9	FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	300	1x10		1x10	47,41	3,45	3,99	0,43		SI	SI	SI						
7	Alim. AdP TR-02		8,12,83	0,9	FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	270	1x10		1x10	47,41	3,1	3,65	0,48		SI	SI	SI						
8	Alim. AdP TR-02		0			300						0,55											
9	RISERVA		0			300						0,55											
10	GENERALE ILL. PUNTE SCAMBI		0,97			20	1x4					0,55	6,35	2,1	-	-	-						
11	ILL. PUNTA SCAMBIO BD LATO VENTIMIGLIA	0,1	0,48	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	300	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,04	1,58	0,06	0,02	SI	SI	SI						
12	ILL. PUNTA SCAMBIO BP LATO VENTIMIGLIA	0,1	0,48	0,9	FG160M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	270	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,93	1,48	0,06	0,03	SI	SI	SI						

8.4 Verifica dimensionamento QLFM-PGEP/P, QTLC-E

Quadro: [QLFM-PGEP/P]																								
Num	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	lb [A]	cos ϕ	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE	
1	ARRIVO DA QUP-SIAP		62,03									1,58												
5	AUX QUADRO		0									1,58												
6	CONDIZIONATORE LOCALE MT	5,5	8,82	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	25	1x4	1x4	1x4	35	0,49	2,07	1,68	0,38	SI	SI	SI	1,56	0,39	SI	SI	SI		
7	VENTILATORE LOCALE MT		4	6,42	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	25	1x4	1x4	1x4	35	0,36	1,94	1,68	0,38	SI	SI	SI	1,56	0,39	SI	SI	SI	
8	VENTILATORE LOCALE MT (RISERVA)		4	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	25	1x4	1x4	1x4	35	0	1,58	1,68	0,38	SI	SI	SI	1,56	0,39	SI	SI	SI		
9	CONDIZIONATORE LOCALE BT	5,5	8,82	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	35	1x4	1x4	1x4	35	0,69	2,27	1,29	0,29	SI	SI	SI	1,25	0,29	SI	SI	SI		
10	CONDIZIONATORE LOCALE BT (RISERVA)	5,5	0,9	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	35	1x4	1x4	1x4	35	0	1,58	1,29	0,29	SI	SI	SI	1,25	0,29	SI	SI	SI		
11	VENTILATORE LOCALE BT	0,2	0,97	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	35	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,24	1,82	0,44	0,19	SI	SI	SI	0,45	0,19	SI	SI	SI		
12	VENTILATORE LOCALE GE	0,2	0,97	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	40	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,28	1,86	0,39	0,17	SI	SI	SI	0,39	0,17	SI	SI	SI		
13	CDZ 1 LOCALE ALIMENTATORE	5,5	8,82	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	45	1x4	1x4	1x4	35	0,89	2,47	1,05	0,23	SI	SI	SI	1,03	0,23	SI	SI	SI		
14	CDZ 2 LOCALE ALIMENTAZIONE	5,5	8,82	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	45	1x4	1x4	1x4	35	0,89	2,47	1,05	0,23	SI	SI	SI	1,03	0,23	SI	SI	SI		
15	CDZ (RISERVA) LOCALE ALIMENTAZIONE	5,5	0,9	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	45	1x4	1x4	1x4	35	0	1,58	1,05	0,23	SI	SI	SI	1,03	0,23	SI	SI	SI		
16	VENTILATORE LOCALE ALIMENTAZIONE	0,2	0,97	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	45	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,31	1,89	0,35	0,15	SI	SI	SI	0,35	0,15	SI	SI	SI		
17	CONDIZIONATORE LOCALE ACC	5,5	8,82	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	55	1x4	1x4	1x4	35	1,08	2,66	0,88	0,19	SI	SI	SI	0,87	0,2	SI	SI	SI		
18	CONDIZIONATORE LOCALE ACC (RISERVA)	5,5	0,9	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	55	1x4	1x4	1x4	35	0	1,58	0,88	0,19	SI	SI	SI	0,87	0,2	SI	SI	SI		
19	CONDIZIONATORE LOCALE TLC	3,5	5,61	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	60	1x4	1x4	1x4	35	0,75	2,33	0,82	0,18	SI	SI	SI	0,81	0,18	SI	SI	SI		
20	CONDIZIONATORE LOCALE TLC (RISERVA)	3,5	0,9	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	60	1x4	1x4	1x4	35	0	1,58	0,82	0,18	SI	SI	SI	0,81	0,18	SI	SI	SI		
21	CONDIZIONATORE LOCALE GSM-R	3,5	5,61	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	65	1x4	1x4	1x4	35	0,81	2,39	0,76	0,16	SI	SI	SI	0,76	0,17	SI	SI	SI		
22	CONDIZIONATORE LOCALE GSM (RISERVA)	3,5	0,9	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	65	1x4	1x4	1x4	35	0	1,58	0,76	0,16	SI	SI	SI	0,76	0,17	SI	SI	SI		
23	CONDIZIONATORE LOCALE UM	1,75	2,81	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	70	1x4	1x4	1x4	35	0,44	2,02	0,71	0,15	SI	SI	SI	0,71	0,16	SI	SI	SI		
24	VENTILATORE LOCALE SERVIZI IGIENICI	0,2	0,97	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	75	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,52	2,1	0,22	0,09	SI	SI	SI	0,22	0,09	SI	SI	SI		
25	SCALDIGLIE LOCALE GRUPPO POMPE/VASCA		2	3,21	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	80	1x4	1x4	1x4	35	0,57	2,15	0,63	0,14	SI	SI	SI	0,63	0,14	SI	SI	SI	
26	ARMADIO RACK AI/AN/TVC LOCALE TLC		2	3,21	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	60	1x4	1x4	1x4	35	0,43	2,01	0,82	0,18	SI	SI	SI	0,81	0,18	SI	SI	SI	
27	GEN. LUCE PRIVIL. FABBR. PGEP		4,35									1,58												
28	ILLUMINAZIONE LOCALE MT	0,2	0,97	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	20	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,14	1,72	0,71	0,31	SI	SI	SI	0,72	0,32	SI	SI	SI		
29	ILLUMINAZIONE LOCALE MISURE	0,1	0,48	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	25	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,09	1,67	0,59	0,25	SI	SI	SI	0,6	0,26	SI	SI	SI		
30	ILLUMINAZIONE LOCALE DISTRIBUTORE	0,1	0,48	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,1	1,68	0,5	0,22	SI	SI	SI	0,51	0,22	SI	SI	SI		
31	ILLUMINAZIONE LOCALE BT	0,1	0,48	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,1	1,68	0,5	0,22	SI	SI	SI	0,51	0,22	SI	SI	SI		
32	ILLUMINAZIONE LOCALE GE	0,1	0,48	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	35	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,12	1,7	0,44	0,19	SI	SI	SI	0,45	0,19	SI	SI	SI		
33	ILLUMINAZIONE LOCALE ALIMENTAZIONE	0,2	0,97	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	40	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,28	1,86	0,39	0,17	SI	SI	SI	0,39	0,17	SI	SI	SI		
34	ILLUMINAZIONE LOCALE ACC	0,3	1,45	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	45	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,47	2,05	0,35	0,15	SI	SI	SI	0,35	0,15	SI	SI	SI		
35	ILLUMINAZIONE LOCALE TLC	0,1	0,48	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	50	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,17	1,75	0,32	0,14	SI	SI	SI	0,32	0,14	SI	SI	SI		
36	ILLUMINAZIONE LOCALE GSM-R	0,1	0,48	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	55	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,19	1,77	0,29	0,12	SI	SI	SI	0,29	0,13	SI	SI	SI		
37	ILLUMINAZIONE LOCALE A DISP. E SERVIZI IGIENICI	0,3	1,45	0,9	FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1	65	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,67	2,25	0,25	0,11	SI	SI	SI	0,25	0,11	SI	SI	SI		

Quadro: [QTLC-E]																							
Num	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	lb [A]	cos ϕ	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE
1	GENERALE SEZIONE ESSENZIALE		0									1,09											
2	PRESENZA TENSIONE		0									1,09											
3	NODO GbE	0,4	0,9	0,9	FTG18OM16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	10	1x2,5	1x2,5	1x2,5	26	0	1,09	1,99	0,45	SI	SI	SI	0,32	0,19	SI	SI	SI	

8.5 Verifica dimensionamento QLFM-PGEP/E

Quadro: [QLFM-PGEP/E]																								
Num	DENOMINAZIONE LINEA	P [kW]	Ib [A]	cosFi	Designazione	Lungh. [m]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	Icc max (rete)	Icc min (rete)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	Icc max (gruppo)	Icc min (gruppo)	Prot. Dal	Prot. Da CortoCir	Prot. Per	NOTE	
1	ARRIVO DA QUE-SIAP		76,89										1,36											
5	AUX QUADRO		0			25							1,36											
6	Alim. QF-FINALE L sez. ESSENZIALE		14,83		FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	500	1x95	1x95	1x50	233	0,8	2,17	1,87	0,47	SI	SI	SI	0,32	0,19	SI	SI	SI		
7	Alim. QCC-E CAB. CONSEGNA		5,31		FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	120	1x10	1x10	1x10	60	0,57	1,94	1,04	0,23	SI	SI	SI	0,29	0,14	SI	SI	SI		
8	GENERALE LUCE PIAZZALE EMERGENZA IMBOCCO CAPRAZOPPA		4,83			100	1x2,5						1,36	6,88	3,05	-	-	-	0,37	0,29	-	-	-	
9	ILL. AREA PIAZZALE EMERGENZA circ.1	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	100	1x2,5	1x2,5	1x2,5	29,57	1,73	3,09	0,17	0,07	SI	SI	-	0,17	0,06	SI	SI	-	CL ISOL. I	
10	ILL. AREA PIAZZALE EMERGENZA circ.2	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	100	1x2,5	1x2,5	1x2,5	29,57	1,73	3,09	0,17	0,07	SI	SI	-	0,17	0,06	SI	SI	-	CL ISOL. I	
11	ILL. AREA SOVRAPPASSO circ.1	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	150	1x2,5	1x2,5	1x2,5	29,57	2,59	3,95	0,11	0,05	SI	SI	-	0,11	0,04	SI	SI	-	CL ISOL. I	
12	ILL. AREA SOVRAPPASSO circ.2	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	150	1x2,5	1x2,5	1x2,5	29,57	2,59	3,95	0,11	0,05	SI	SI	-	0,11	0,04	SI	SI	-	CL ISOL. I	
13	ILL. AREA PIAZZALE EMERGENZA circ.1		0			100	1x2,5						1,36	4,99	3,05	-	-	-	4,99	0,29	-	-	-	
14	ILL. AREA PIAZZALE EMERGENZA circ.1		0			100	1x2,5						1,36	4,99	3,05	-	-	-	4,99	0,29	-	-	-	
15	ILL. AREA PIAZZALE EMERGENZA circ.1		0			100	1x2,5						1,36	4,99	3,05	-	-	-	4,99	0,29	-	-	-	
16	ILL. AREA PIAZZALE EMERGENZA circ.1		0			100	1x2,5						1,36	4,99	3,05	-	-	-	4,99	0,29	-	-	-	
17	GENERALE LUCE MARCIAPIEDE PES1		2,9			10	1x2,5						1,36	6,88	3,05	-	-	-	0,37	0,29	-	-	-	
18	ILL. MARCIAPIEDE PES1 - BP circ.1	0,3	1,45	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	250	1x2,5	1x2,5	1x2,5	29,57	2,59	3,95	0,07	0,03	SI	SI	-	0,07	0,03	SI	SI	-	CL ISOL. I	
19	ILL. MARCIAPIEDE PES1 - BP circ.2	0,3	1,45	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	270	1x4	1x4	1x4	38,45	1,75	3,12	0,1	0,04	SI	SI	-	0,1	0,04	SI	SI	-	CL ISOL. I	
20	ILL. MARCIAPIEDE PES1 - BD circ.1	0,3	1,45	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	270	1x4	1x4	1x4	38,45	1,75	3,12	0,1	0,04	SI	SI	-	0,1	0,04	SI	SI	-	CL ISOL. I	
21	ILL. MARCIAPIEDE PES1 - BD circ.2	0,3	1,45	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	300	1x4	1x4	1x4	38,45	1,95	3,31	0,09	0,04	SI	SI	-	0,09	0,04	SI	SI	-	CL ISOL. I	
24	GEN. LUCE ESSENZIALE FABBR. PGEP		3,38										1,36											
25	ILLUMINAZIONE LOCALE MT	0,2	0,97	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	20	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,14	1,5	0,77	0,33	SI	SI	SI	0,77	0,17	SI	SI	SI		
26	ILLUMINAZIONE LOCALE MISURE	0,1	0,48	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	25	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,09	1,45	0,63	0,27	SI	SI	SI	0,63	0,15	SI	SI	SI		
27	ILLUMINAZIONE LOCALE DISTRIBUTORE	0,1	0,48	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,1	1,47	0,53	0,23	SI	SI	SI	0,53	0,14	SI	SI	SI		
28	ILLUMINAZIONE LOCALE BT	0,1	0,48	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,1	1,47	0,53	0,23	SI	SI	SI	0,53	0,14	SI	SI	SI		
29	ILLUMINAZIONE LOCALE GE	0,1	0,48	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	35	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,12	1,48	0,46	0,2	SI	SI	SI	0,46	0,13	SI	SI	SI		
30	ILLUMINAZIONE LOCALE ALIMENTAZIONE	0,2	0,97	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	40	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,28	1,64	0,41	0,17	SI	SI	SI	0,41	0,12	SI	SI	SI		
31	ILLUMINAZIONE LOCALE ACC	0,2	0,97	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	45	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,31	1,67	0,36	0,16	SI	SI	SI	0,36	0,11	SI	SI	SI		
32	ILLUMINAZIONE LOCALE TLC	0,1	0,48	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	50	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,17	1,54	0,33	0,14	SI	SI	SI	0,33	0,1	SI	SI	SI		
33	ILLUMINAZIONE LOCALE GSM-R	0,1	0,48	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	55	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,19	1,55	0,3	0,13	SI	SI	SI	0,3	0,1	SI	SI	-	CL ISOL. I	
34	ILLUMINAZIONE LOCALE A DISP. E SERVIZI IGIENICI	0,2	0,97	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	65	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,45	1,81	0,26	0,11	SI	SI	SI	0,26	0,08	SI	SI	-	CL ISOL. I	
35	LUCE PERIMETRALE FABBRICATO	0,4	1,93	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	80	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,1	2,47	0,21	0,09	SI	SI	-	0,21	0,07	SI	SI	-	CL ISOL. I	
39	GENERALE QUADRI STES ALIM. ESSENZIALE		11,67										1,36											
40	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-13	1,2	4,64	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	3,44	0,26	0,11	SI	SI	SI*	0,26	0,09	SI	SI	SI*		
41	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-14	1,2	4,64	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	3,44	0,26	0,11	SI	SI	SI*	0,26	0,09	SI	SI	SI*		
42	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-15	1,2	4,64	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	500	1x25	1x25	1x16	119	1,72	3,08	0,32	0,14	SI	SI	SI*	0,32	0,1	SI	SI	SI*		
43	ALIM. NORMALE Q.UCS.DMBC T11-16	1,2	4,64	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	500	1x25	1x25	1x16	119	1,72	3,08	0,32	0,14	SI	SI	SI*	0,32	0,1	SI	SI	SI*		
46	ALIM. NORMALE UCP-2	1,2	2,67	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	100	1x4		1x4	40	0,69	2,05	0,46		SI	SI	SI*	0,23		SI	SI	SI*		
47	ALIM. NORMALE Q.UCS.QS-11-6	1,2	4,64	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	100	1x4	1x4	1x4	40	2,08	3,44	0,26	0,11	SI	SI	SI*	0,26	0,09	SI	SI	SI*		
48	ALIM. NORMALE Q.UCS.QS-11-7	1,2	4,64	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	500	1x25	1x25	1x16	119	1,72	3,08	0,32	0,14	SI	SI	SI*	0,32	0,1	SI	SI	SI*		
51	SOTTOSBARRA IMPIANTI SPECIALI		12,08			10	1x2,5						1,36	4,99	3,05	-	-	-	4,99	0,29	-	-	-	
52	ALIMENTAZIONE IMP. TVCC	1,5	7,25	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	50	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	2,59	3,95	0,33	0,14	SI	SI	SI	0,33	0,1	SI	SI	SI		
53	ALIMENTAZIONE IMP. RI	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	50	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,86	2,23	0,33	0,14	SI	SI	SI	0,33	0,1	SI	SI	SI		
54	ALIMENTAZIONE IMP. AN	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	50	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,86	2,23	0,33	0,14	SI	SI	SI	0,33	0,1	SI	SI	SI		
57	AUX QdS	0,5	2,42	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	40	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,69	2,05	0,41	0,17	SI	SI	SI	0,41	0,12	SI	SI	SI		
58	Alim. PLC MT		14,83	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	40	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,38	2,74	0,41	0,17	SI	SI	SI	0,41	0,12	SI	SI	SI		
59	Alim. PLC BT		14,83	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	20	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,69	2,05	0,77	0,33	SI	SI	SI	0,77	0,17	SI	SI	SI		
60	Alim. PLC FRONT/END GALLERIA		1,5	7,25	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,55	2,92	0,53	0,23	SI	SI	SI	0,53	0,14	SI	SI	SI	
61	Alim. AUX QdP		14,83	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,04	2,4	0,53	0,23	SI	SI	SI	0,53	0,14	SI	SI	SI		
62	Alim. AUX QMT-2		14,83	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,04	2,4	0,53	0,23	SI	SI	SI	0,53	0,14	SI	SI	SI		
63	Alim. AUX QGBT		14,83	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	30	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	1,04	2,4	0,53	0,23	SI	SI	SI	0,53	0,14	SI	SI	SI		
64	ALIMENTAZIONE QPLC	0,6	2,9	0,9	FTG180M16-0,6/1kV - B2ca-s1a,d1,a1	10	1x2,5	1x2,5	1x2,5	30	0,21	1,57	1,38	0,61	SI	SI	SI	1,38	0,22	SI	SI	SI		