

OPERE INFRASTRUTTURALI AREA EX-ALFA ROMEO N8 - VIABILITA' LOTTO A3

RHO - ARESE, MILANO

PROGETTO ESECUTIVO

Committente

Particom Uno S.p.a.

Via Amilcare Ponchielli 7 - 20129 Milano (MI)

J+S SpA

via dei Mestieri 13 - 20863 Concorezzo (MB) Italia
tel. 039 6886381 info@jplus.it www.jplus.it



Progettista

Ing. Matteo Stella

documento
firmato digitalmente

Quadro Revisioni

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	21.10.24	EMISSIONE	EE	MB	MS

Codifica elaborato

Anno	Commessa	Fase progetto	Progetto	Attività	Disciplina	Categoria	Progressivo	Revisione
22	158	PE	N08	IMP	E	RT	003	00

Titolo elaborato

G - Impianti
G01 - Illuminazione ed elettronica
Relazione di calcolo elettrico

Commessa

22-158

Scala

-

Data

21.10.24

**OPERE INFRASTRUTTURALI AREA EX-ALFA ROMEO
N8 – VIABILITÀ LOTTO A3
RHO - ARESE (MI)**

**PROGETTO ESECUTIVO
(ARTICOLO 22 SEZIONE III, ALLEGATO I.7. DLGS 36/2023)**

PARTICOM UNO SPA-VIA AMILCARE PONCHIELLI 7, 20129 MILANO (MI)

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

21/10/2024

EE – MB – MS

22-158

J+S S.p.A.

Via dei Mestieri 13 – Concorezzo (MB) 20863 – Italy

Pec: segreteria@pec.jpius.it

P.IVA & C.F. 02280620960

+39 039 6886381 – info@jpius.it – jpius.it

CONCOREZZO + MILANO



SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE GENERALI.....	3
2.1. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64.8 – SEZ. 714	5
2.1.1. PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI (NORME CEI 64.8 - ART. 714.412).....	5
2.1.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (NORME CEI 64.8 - ART. 714.413).....	5
2.1.3. RESISTENZA D'ISOLAMENTO VERSO TERRA (NORME CEI 64.8 - ART. 714.311)	6
2.1.4. CADUTA DI TENSIONE A FONDO LINEA (NORME CEI 64.8 - ART. 714.525)	6
2.2. PROTEZIONE DELLA SEZIONE D'INCASTRO DELLE STRUTTURE METALLICHE	6
2.3. ALTEZZA MINIMA DEGLI IMPIANTI SULLA CARREGGIATA.....	6
2.4. DISTANZIAMENTI DEI SOSTEGNI E DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DEI CONDUTTORI DI LINEE ESTERNE	6
3. DATI E REQUISITI DI BASE DEL PROGETTO	6
4. IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA DEGLI IMPIANTI CONNESSI ALLA VIABILITA'	7
4.1. GENERALITÀ	7
4.2. FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA IN BT.....	7
4.3. VALUTAZIONE DELLA POTENZA ASSORBITA DAGLI IMPIANTI	8
4.4. ARCHITETTURA DELLA RETE ELETTRICA DI ALIMENTAZIONE BT	8
4.4.1. REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	9
5. DIMENSIONAMENTO LINEE BT	9
5.1. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	9
5.2. DIMENSIONAMENTI DELLE LINEE	9
5.2.1. CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO.....	9
5.2.2. CALCOLO DELLA CORRENTE MINIMA E MASSIMA DI CORTO CIRCUITO.....	10
5.2.3. METODO DI CALCOLO VALORI DI CORTO CIRCUITO UTILIZZATI NELLE VERIFICHE CAVO.....	11
5.2.4. PORTATA DEI CAVI - CONDUTTORI.....	11
5.2.5. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO.....	12
5.2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE (PE)	12
5.2.7. COEFFICIENTI K PER INTEGRALE DI JOULE	13
6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	14
6.1. SISTEMA TT	14
7. CALCOLI LINEE ELETTRICHE IN BASSA TENSIONE.....	14

1. PREMESSA

Il presente documento illustra le opere necessarie alla realizzazione degli impianti relativi all'adeguamento dell'interconnessione delle strade SP300-SP119 nel comune di Lainate (MI) e Rho (MI) nell'ambito delle opere infrastrutturali previste relative all'atto integrativo dell'Accordo di Programma (di seguito AdP) per la ripermetrazione, riqualificazione e reindustrializzazione dell'area ex FIAT Alfa-Romeo nei Comuni di Lainate, Arese e Garbagnate.

Oggetto del presente progetto definitivo è il seguente intervento:

- **Intervento N8 – Viabilità lotto A3**

L'impianto trarrà origine da un unico punto di consegna in BT preventivamente concordato con i seguenti enti preposti:

- Ente erogatore energia elettrica locale
- Ente locale addetto all'esercizio e manutenzione degli impianti di illuminazione esterna

Dal quadro elettrico QE_1 verranno derivate le linee che, comandate da un sistema crepuscolare/astroonomico, alimenteranno l'impianto installato sul territorio.

In corrispondenza del punto di consegna sarà collocato il quadro elettrico di comando e protezione dell'impianto che andrà a illuminare il tratto stradale oggetto di studio.

Limitatamente all'asse stradale di Viale Alfa Romeo (tratto esistente soggetto ad ampliamento della piattaforma stradale) parte dell'impianto sarà alimentato mediante riconnessione alla rete elettrica esistente, attraverso punto di allaccio da concordare in fase esecutiva con Ente fornitore dell'energia.

Per il dettaglio relativo alla fornitura di nuovi punti luce (comprensivi di struttura di posa completa di palo in lamiera, plinto in CLS e sbraccio) e degli apparati esistenti soggetti a semplice sostituzione del corpo illuminante si rimanda a specifico elaborato grafico.

Le predisposizioni impiantistiche comprendono anche l'esecuzione delle opere civili a corredo e la fornitura e posa in opera dei materiali necessari alla realizzazione delle stesse.

NOTE GENERALI:

Le indicazioni ai tipi e marche commerciali dei materiali, riportate negli elaborati grafici e nei documenti di progetto in genere, sono da intendere solo come dichiarazione di caratteristiche tecniche. Sono ammessi altri tipi e marche purché equivalenti ed approvati dalla D.L. competente alla gestione dell'appalto.

2. NORMATIVE GENERALI

- CEI 0-21 - "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica". (Data: aprile-2019)
- Norma CEI 11-17 - "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo" (Data: 01/luglio/2006)
- Norma CEI 11-17; V1 - "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo" (Data: 01/ott./2011)
- Norma CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali (Data: febbraio/2012)

Tipo di documento

- Norma CEI EN 60947-2 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”
- Norma 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 (Data: set/2019)
- Norma CEI-UNEL 35396 Cavi per energia isolati in gomma etile propilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari con conduttori rigidi in alluminio per posa fissa -Tensione nominale U0/U: 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b, d1, a1 (Data: dicembre/2017)
- Norma CEI UNEL 35023 - “Cavi di energia per tensione nominale U=1 kV – Cadute di tensione”
- Norma 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”
- Norma CEI EN 60909-0 - Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti (Data: 01/dicembre/2016)
- Norma CEI UNEL 35026 - “Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”
- Norma UNI EN 12966:2015 “Segnaletica verticale per il traffico stradale – Pannelli a messaggio variabile”
- Norma UNI/TR 11218:2007 Pannelli a messaggio variabile – caratteristiche in funzione degli ambiti applicativi

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte e specificatamente:

CEI 11.17	:	“Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica”
CEI 16.3	:	“Principi fondamentali e di sicurezza per interfaccia vano – macchina, la marcatura e l'identificazione principe di codifica per gl'indicatori e per gli attuatori”
CEI 17.6	:	“Apparecchiature prefabbricate con involucro in metallo per tensioni da 1kV a 52kV”
CEI 17.11	:	“Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra, sezionatori e unità combinate con fusibili”
CEI 17.113	:	“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione (Quadro B.T. tipo AS e ANS)”
CEI 11.13-3	:	“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accessi al loro uso – Quadri di distribuzione ASD”
CEI 20.35	:	“Cavi non propaganti la fiamma”
CEI 20.38	:	“Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi o gas tossici”
CEI 20.8	:	“Tubazioni in PVC”

ed in particolare saranno rispettati gli specifici articoli delle Norme CEI 64.8 / 64.8 Sez. 714

Si sottolinea che tutti i nuovi cavi previsti per l'opera in oggetto dovranno essere rispondenti al CPR (regolamento prodotti da costruzione UE 305/11), dotati di marcatura CE e provvisti di Dichiarazione di Performance (DoP).

In particolare, per l'opera in oggetto la tipologia di cavi ammesse, nei diversi ambienti sopra indicati, sono: per impianti entro locali tecnici collocati all'aperto e per gli impianti all'aperto (es.: illuminazione esterna): cavi con classe di reazione al fuoco Cca - s3, d1, a3

2.1. PRESCRIZIONI ALLE NORME CEI 64.8 – SEZ. 714

2.1.1. PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI (NORME CEI 64.8 - ART. 714.412)

La Norma CEI 64.8 Sez. 714 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (Ex IP2X).

Grado di protezione IPXXD (Ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.

Gli apparecchi d'illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.

L'apertura degli involucri per organi d'esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l'uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

2.1.2. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRECTI (NORME CEI 64.8 - ART. 714.413)

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo "B", individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1000V in corrente alternata con la seguente metodologia:

Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario dotare cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1000V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4000V.

Inoltre i cavi fanno capo a muffole stagne contenute alla base del palo di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.

Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.

Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.

Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione del regolatore di flusso realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame isolato da 16 mmq che li collega e li connette alla sbarra generale del Quadro Elettrico, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione:

Ra la \leq 50 V, dove:

Ra = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

la = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

secondo le Norme CEI 64.8 Art. 413.1.4.2

2.1.3. RESISTENZA D'ISOLAMENTO VERSO TERRA (NORME CEI 64.8 - ART. 714.311)

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti deve ottemperare la seguente relazione:

$$R_{iso} = \frac{2U_0}{L + N}$$

dove:

- U₀ = è la tensione normale verso terra in kV
- L = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.
- N = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a 0,5 MΩ (cautelativo).

2.1.4. CADUTA DI TENSIONE A FONDO LINEA (NORME CEI 64.8 - ART. 714.525)

Secondo le Norme CEI 64.8 Sez. V2 art. 714.525 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione nominale dell'impianto.

2.2. PROTEZIONE DELLA SEZIONE D'INCASTRO DELLE STRUTTURE METALLICHE

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls.

2.3. ALTEZZA MINIMA DEGLI IMPIANTI SULLA CARREGGIATA

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 10 m.

2.4. DISTANZIAMENTI DEI SOSTEGNI E DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DEI CONDUTTORI DI LINEE ESTERNE

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

- 1 m di conduttori di classe 0 e 1;
- 3 + 0,015U m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espressa in kV.

3. DATI E REQUISITI DI BASE DEL PROGETTO

I calcoli di progetto sono stati eseguiti facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

Altitudine:	<500 s.l.m.
Destinazione ambienti:	aree all'aperto
Temperature di riferimento:	T _{minint.} : -5°C T _{maxint. locali condizionati} : +25°C T _{maxint. locali ventilati} : +40°C T _{maxest.} : +32°C (media max 24h) T _{minest.} : - 5°C U _{est.} : 50% (a +32°C) U _{est.} : 90% (a - 5°C)

Tipo di documento

Dati rete ENEL in BT:	sistema di distribuzione: TT tensione 400 V \pm 10% corrente corto circuito massima: 10kA
Assorbimenti unitari (W):	apparecchio LED: 63W apparecchio LED: 95W
Caduta di tensione massima:	<4% dorsali di alimentazione impianti elettrici <5% impianti di illuminazione
Margine di sicurezza portate cavi e interruttori:	20%
Riserva di spazio (o interruttori) sui quadri BT:	20%
Riserva di spazio nelle canalizzazioni:	50%
Riserva di spazio nelle tubazioni:	diametro interno della tubazione pari a 1,4 volte il diametro del cerchio che circonda il fascio dei cavi

4. IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA DEGLI IMPIANTI CONNESSI ALLA VIABILITA'

4.1. GENERALITÀ

Il nuovo impianto d'illuminazione stradale (ad esclusione delle linee interessate da ri-allaccio ad impianto elettrico esistente) sarà alimentato dal seguente quadro elettrico, il cui posizionamento sarà preventivamente concordato con gli enti preposti alla gestione:

- QE_1

Il nuovo quadro QE_1 sarà collocato all'interno di armadio stradale in VTR di tipo a doppio vano sovrapposto; il vano superiore alloggerà il gruppo di misura mentre nel vano inferiore sarà posato il quadro di alimentazione e comando.

Per quanto riguarda la porzione di impianto interessata da ri-connezione alla rete elettrica esistente, il punto di allaccio dovrà essere preventivamente concordato con l'Ente fornitore di energia in fase esecutiva.

Il posizionamento indicato in planimetria, in assenza di indicazioni di dettaglio da parte dell'ente distributore, è stato individuato in funzione delle migliori condizioni di sicurezza in caso di intervento manutentivo.

Per ulteriori dettagli circa la disposizione delle apparecchiature e condutture BT si rinvia agli specifici elaborati grafici, mentre per aspetti dimensionali e di calcolo si rinvia al successivo capitolo di calcolo e allegati.

4.2. FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA IN BT

Per l'alimentazione dell'impianto oggetto di studio è previsto, in funzione delle necessità impiantistiche e delle condizioni al contorno, un nuovo punto di fornitura in BT (per l'alimentazione dell'impianto afferente al quadro di distribuzione QE_1).

I nuovi punti di fornitura saranno da concordare con l'Ente in fase di esecuzione dei lavori; essi saranno realizzati in conformità alla Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica".

4.3. VALUTAZIONE DELLA POTENZA ASSORBITA DAGLI IMPIANTI

Nella tabella seguente è riportato il valore indicativo della potenza assorbita dagli impianti oggetto di studio:

	AREA N8	POTENZA ASSORBITA [kW]	MODALITA' DI ALIMENTAZIONE
1	Impianti di illuminazione nuovo asse stradale e Viale Alfa Romeo	1,8	Quadro di distribuzione locale (QE_1) alimentato da nuova fornitura BT (contatore sito)
2	Impianti di illuminazione Viale Alfa Romeo	0,19	Connessioni a rete elettrica esistente da concordare in fase esecutiva con ente fornitore energia.

4.4. ARCHITETTURA DELLA RETE ELETTRICA DI ALIMENTAZIONE BT

Di seguito vengono riepilogati i dati di base relativi al nuovo quadro a progetto.

QE_1.

Installazione in quadro in PVC IP65 collocato all'interno di piantana in VTR, IP65 – IK08, a doppio vano con porta chiusa a chiave, avente dimensioni complessive pari a 600Lx1250Hx500Pmm, complete di:

- Interruttore magnetotermico differenziale 4P per la protezione delle singole partenze alle dorsali verso i PL
- interruttore magnetotermico differenziale 1P+N per la protezione degli ausiliari di quadro
- contattori di comando per l'accensione dei punti luce comandati da interruttore astronomico
- morsettiere di attestazione dei cavi in ingresso/uscita
- basamento e telaio di sostegno in acciaio zincato
- zoccolo e tetto parapiovvia (650Lx55Hx550P mm)
- griglie di aereazione
- pozzetto alla base dell'armadio per le linee di ingresso e uscita raccordato, tramite tubazioni, con l'armadio stesso

Le linee BT di distribuzione saranno così caratterizzate:

Le dorsali provenienti dal quadro elettrico saranno attestate direttamente alle muffole gel posate nei pozzetti base-palo. I collegamenti secondari saranno costituiti da cavi non propaganti l'incendio, tipo FG16(O)R16 0.6/1 kV (a norme CEI 20-35, CEI 20-37 e CEI 20-13). Le linee di distribuzione secondaria saranno posate entro tubazioni interrato a doppia parete in PEHD, resistenza 450N (750N negli attraversamenti stradali), collocate a margine della carreggiata. Le tubazioni saranno interrotte in corrispondenza di ogni PL con pozzetti in calcestruzzo completi di chiusino in ghisa carrabile, ovvero con passo massimo pari a 50m circa ed in corrispondenza di ogni cambio di direzione.

Le linee BT terminali derivate dalle muffole di cui al punto precedente, infilate all'interno del sostegno del PL ed attestate direttamente all'apparecchio illuminante. I collegamenti terminali saranno sempre costituiti da cavi non propaganti l'incendio, tipo FG16(O)R16 0.6/1 kV 3x2,5 mm² (a norme CEI 20-35, CEI 20-37 e CEI 20-13).

Per quanto riguarda la porzione di impianto interessata da ri-allaccio alla rete elettrica esistente si è previsto il mantenimento delle sezioni di dorsale normalmente impiegate per la distribuzione di servizi di pubblica illuminazione pari a 4x(1x16)mmq.

Tipo di documento

4.4.1. REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Per gli impianti di illuminazione in itinere afferenti al quadro elettrico QE_1 si prevede una gestione ON/OFF con accensione e spegnimento attuate mediante orologio astronomico accoppiato a crepuscolare installato nei pressi dei quadri di distribuzione.

5. DIMENSIONAMENTO LINEE BT

5.1. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Per i carichi o le utenze presenti nell'impianto, la corrente d'impiego è calcolata dalla formula seguente, sulla base della potenza realmente assorbita:

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

nella quale:

P_d = Potenza effettivamente assorbita dal carico

V_n = Tensione nominale del sistema

$\cos \varphi$ = Fattore di potenza

k_{ca} = fattore dipendente dal sistema di collegamento

$k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;

$k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

5.2. DIMENSIONAMENTI DELLE LINEE

5.2.1. CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO

Le verifiche dimensionali eseguite nell'allegato "Verifiche Linee" sono state svolte seguendo i seguenti criteri che riassumono le prescrizioni enunciate nella Norma CEI 64-8, in particolare riferimento alla sezione 4.

Nel dimensionamento devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

relazione [A] $I_B \leq I_n \leq I_Z$

dette

I_B = corrente utilizzatore;

I_n = corrente nominale (interruttore);

I_Z = portata del conduttore;

relazione [B] $I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$

dette

I_f = corrente funzionamento interruttore;

I_Z = portata del conduttore;

Nota: Impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, la condizione

è sempre verificata, poiché la $I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$ corrente di sicuro funzionamento I_f non è mai superiore a $1,45 I_n$ ($1,3 I_n$ secondo CEI EN 60947-2; $1,45 I_n$ secondo CEI EN 60898).

Valgono inoltre le successive considerazioni:

relazione [C] $(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$

dove

$(I^2 \cdot t)$ = integrale di Joule o energia specifica lasciata passare, per la durata del corto circuito, dal dispositivo di protezione;

I = corrente di corto circuito in ampere in valore efficace;

K = fattore dipendente dal tipo di conduttore (Cu o Al) e tipo di isolamento K=143 per cavi in Cu isolati in EPR;

S = sezione dei conduttori da proteggere in mm²;

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione.

NOTE In riferimento al tempo “t” di intervento, questo, secondo quanto enunciato nella tabella 41B e alla tabella dell’articolo 481.3.1.1 a garanzia dei contatti indiretti oltre che a correnti di corto circuito, deve essere contenuto in t=0,2s

In particolare, in alternata, la verifica è condotta mediante:

relazione [D] $\Delta U = k \cdot (R' \cdot \cos \varphi + X' \cdot \sin \varphi) \cdot I \cdot l$

dove:

ΔU = caduta di tensione;

k = $\sqrt{3}$ per linee trifasi, 2 per linee monofasi;

R' = resistenza specifica conduttore per fase in Ω/km oppure m Ω/m ;

X' = reattanza specifica conduttore per fase a 50Hz in Ω/km oppure m Ω/m ;

$\cos \varphi$ = fattore di potenza dell'utilizzatore;

$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}$;

I = corrente di fase in A;

l = lunghezza della linea in km o m.

5.2.2. CALCOLO DELLA CORRENTE MINIMA E MASSIMA DI CORTO CIRCUITO

Circa la verifica della condizione [C], enunciata al paragrafo precedente, è opportuno determinare la corrente di corto circuito, anche per la scelta delle protezioni magnetiche ed il potere di interruzione di un generico interruttore.

L'intervento delle protezioni deve essere verificato per i cortocircuiti in fondo linea (per intervento istantaneo della protezione) secondo la seguente relazione:

relazione [1] $I_m \leq I_{CC\min}$

dove:

I_m = valore della corrente minima di corto circuito a fondo linea

$I_{CC\min}$ = corrente d'intervento della protezione magnetica

Il valore della corrente minima di corto circuito presunta può essere calcolato tramite le seguenti formule semplificate (suggerite dalla CEI 64-8):

nel caso di neutro non distribuito

$$I_{CC\min} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S}{1,5 \cdot \rho \cdot 2 \cdot L}$$

relazione [2]

nel caso di neutro distribuito

$$I_{cc_{min}} = \frac{0,8 \cdot U_0 \cdot S}{1,5 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot L}$$

relazione [3]

Assumendo il valore minimo della corrente di corto circuito pari a quello della soglia di intervento dello sganciatore magnetico del dispositivo di protezione (interruttore automatico) si determina la lunghezza massima protetta, tramite le seguenti formule, derivate dalle precedenti.

nel caso di neutro non distribuito

relazione [4]

nel caso di neutro distribuito

$$L_{max} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S}{2 \cdot \rho \cdot 1,2 \cdot I_m \cdot 1,5}$$

relazione [5]

dove:

$$L_{max} = \frac{0,8 \cdot U_0 \cdot S}{2 \cdot \rho \cdot (1 + m) \cdot 1,2 \cdot I_m \cdot 1,5}$$

U = tensione concatenata di alimentazione;

U₀ = tensione di fase di alimentazione;

ρ = resistività a 20 °C del materiale dei conduttori (0,018 Ωmm²/m per il rame - 0,027 Ωmm²/m per l'alluminio);

L = lunghezza della conduttura protetta in metri;

S = sezione del conduttore in mm².

I_m = corrente di corto circuito presunta (valore efficace), considerata pari alla soglia di intervento dello sganciatore magnetico (o istantaneo);

m = rapporto tra resistenza del conduttore di neutro e quella del conduttore di fase (nel caso di egual materiale il rapporto è uguale a quello delle sezioni dei conduttori);

1,2 = fattore di tolleranza previsto dalle Norme.

5.2.3. METODO DI CALCOLO VALORI DI CORTO CIRCUITO UTILIZZATI NELLE VERIFICHE CAVO

In funzione delle possibili correnti di corto circuito si possono attribuire, con un metodo semplificato, tre diversi valori di fattore di potenza nelle condizioni seguenti:

cosφ _{cc} =	0,3 per 10kA < I _{cc} < 20kA
	0,5 per 5kA < I _{cc} < 10kA
	0,7 per I _{cc} < 5kA

5.2.4. PORTATA DEI CAVI - CONDUTTORI

La portata del cavo viene calcolata come:

$$I_z = I_{zo} \cdot k_{tot}$$

Dove I_{zo} è il valore ricavato dalle tabelle nelle Norme per una specifica posa e (k_{tot}) tiene conto dei seguenti fattori:

tipo di materiale conduttore;

temperature ambiente;

tipo di isolamento del cavo;

condizioni di posa;

numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli.

Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa, considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate dal coefficiente di declassamento per prossimità).

Con gli interruttori, in virtù del loro elevato livello di precisione, la corrente I_f è sempre inferiore a $1.45 I_n$ così che, quando la protezione da sovraccarico è realizzata con interruttori, la condizione b) è automaticamente verificata.

5.2.5. 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 mm^2 ;

la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso

la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 se il conduttore è in rame e a 25 mm^2 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 mm^2 ; (conduttore in rame) e 25 mm^2 ; (conduttore in alluminio), il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

Ovvero:

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

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

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

Se richiesto da esigenze progettuali specifiche, può essere adottato il criterio di dimensionamento del neutro in base alla reale corrente circolante, analogamente ai conduttori di fase.

5.2.6. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE (PE)

La Norma CEI 64.8 par. 543.1 prevede 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:

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

$$16 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2: \quad S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$$

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

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:

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

dove:

S_{PE} è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);

I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);

K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

In ogni caso, la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore ai seguenti valori:

$2,5 \text{ mm}^2$ se è prevista una protezione meccanica;

4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Nei casi in cui il PE è comune a due o più circuiti, la sezione dovrà essere calcolata (metodo adiabatico) o scelta (metodo semplificato) come precedentemente descritto considerando, tra i diversi circuito, la condizione di corto circuito più gravosa e la sezione maggiore del conduttore di fase, rispettivamente.

5.2.7. COEFFICIENTI K PER INTEGRALE DI JOULE

La verifica a corto circuito, come riportato nel paragrafo precedente 6.2.1, fa riferimento al calcolo dell'integrale di Joule:

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

La costante K viene definite dalle Norme in funzione del materiale del conduttore e dell'isolante.

Valori della costante (K) per i conduttori di fase:

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-G16:	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-G16:	K = 87

Valori della costante (K) per i conduttori di protezione unipolari (PE):

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-G16:	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-G16:	K = 116

Valori della costante (K) per i conduttori di protezione multipolari (PE):

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-G16:	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-G16:	K = 94

6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti deve essere verificata secondo i criteri descritti dalla Norma CEI 64-8, relativamente ai diversi sistemi di distribuzione, e può essere ottenuta con uno dei seguenti metodi:
interruzione automatica del circuito mediante protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra;
utilizzo di componenti di classe II;
realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento.
collegamenti equipotenziali principali e supplementari

6.1. SISTEMA TT

La protezione contro i contatti indiretti in un sistema TT deve essere garantita tramite una o più delle seguenti misure:

- Interruzione automatica di circuito mediante protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

Nel primo caso, affinché sia verificata la protezione contro i contatti indiretti, è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione:

$$I_{dn} < \frac{V_L}{R_E}$$

dove:

I_{dn} [A] è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione a corrente differenziale;

V_L [V] è la tensione limite di contatto pari a 50 V (25 V in ambienti a maggior rischio);

R_E [Ω] è la resistenza del dispersore

L'eventuale interruttore differenziale presente sul gruppo di misura non può essere utilizzato ai fini della protezione contro i contatti indiretti. A monte delle protezioni differenziali non devono rimanere masse (comprese le carpenterie di eventuali quadri metallici).

Nel caso di utilizzo, a diversi livelli dell'impianto, di più dispositivi differenziali, dovrà essere garantita la selettività di intervento.

7. CALCOLI LINEE ELETTRICHE IN BASSA TENSIONE

I dimensionamenti e i coordinamenti con le protezioni sono stati effettuati mediante calcolo automatico con software specifico.

In allegato si riportano gli output del software utilizzato

Cliente:
Progetto:
Arese Integrazioni

Note:
N8

Progettista:

Rev. n°1		Data:	
Rev. n°2		Disegn.:	
Rev. n°3		Progettista	
REVISIONI		Firma	
		Data:	
		Visc:	

Calcolato con:	DOC
Nome file:	
Registro #:	

Criteri di dimensionamento e verifica

Norma di calcolo	CEI 11-25
Norma per il dimensionamento cavi	CEI 64-8
Sovraccarico	Le verifiche di sovraccarico sono eseguite tramite la relazione $I_b \leq I_{th} \leq I_z$ e $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$
	Legenda:
	I_B = corrente di linea
	I_{th} = taratura della soglia termica del dispositivo di protezione
	I_f = corrente di sicuro intervento del dispositivo di protezione
	I_z = portata del cavo definita secondo norma attuale
Corto circuito	Interruttori e fusibili sono dimensionati per un potere di interruzione maggiore della massima corrente di guasto
	Gli interruttori dimensionati per la norma IEC 60947-2 devono avere un potere di chiusura I_{cm} maggiore della massima corrente di picco
	La protezione contro il guasto sulle linee deve soddisfare la verifica $I^2 t \leq K^2 S^2$
	Legenda:
	$I^2 t$ = energia lasciata passare alla massima corrente di guasto (dato fornito dal produttore)
	S = sezione dei conduttori
	K = fattore definito in CEI 64-8/5 nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E
Contatti indiretti	Sistemi TT: la verifica è $I_{dn} \cdot R_a \leq V_o$, oppure $I_m \leq I_{cc \min}$
	Sistemi TN: la verifica è $I_m \leq I_{cc \min}$
	Legenda:
	I_{dn} = sensibilità dello sganciatore differenziale
	R_a = resistenza di messa a terra
	V_o = tensione di contatto max ammissibile
	I_m = valore di intervento del dispositivo di protezione al tempo limite
	$I_{cc \min}$ = corrente di guasto minima a fondo linea
Selettività e Back-up	I valori di selettività e Back-up sono determinati dal costruttore tramite prove di laboratorio
	Selettività non richiesta nell'installazione
	Backup non richiesto nell'installazione

Rev. n°1	Data:	Descrizione	N° DISEGNO:	Pagina:	Pagina Tot.:
Rev. n°2	Disegn.:	NB	Avese Integrazioni	1	1
Rev. n°3	Progettista:		File disegno:		
REVISIONI	Viso:		Matricola:		
	Firma				

Ipotesi per il calcolo di cortocircuito per CEI 11-25 (EN 60909-0/EN 60909-1)

Algoritmo di calcolo

Il calcolo dei valori massimi e minimi, simmetrici ed asimmetrici delle correnti di cortocircuito è eseguito con il metodo dei componenti simmetrici.

Condizioni generali

Il calcolo dei valori delle correnti di cortocircuito si basa sulle seguenti semplificazioni:

- non c'è, durante il cortocircuito, modifica del tipo di cortocircuito interessato (un cortocircuito trifase rimane trifase per tutta la durata del cortocircuito)
- durante il cortocircuito, non ci sono modifiche della rete interessata;
- l'impedenza dei trasformatori è riferita al variatore di presa in posizione principale;
- non vengono prese in considerazione le resistenze d'arco;
- vengono trascurati tutte le capacità di linea, le ammettenze in derivazione e i carichi rotanti, salvo quelli dei sistemi di sequenza omopolare.

Correnti di cortocircuito massime

Il calcolo delle correnti cortocircuito massime tiene conto delle seguenti condizioni:

- è tenuto in considerazione il fattore di tensione c_{max} conformemente alla tabella 1 di CEI 11-25
- è scelta la configurazione di rete per ottenere il valore di corrente di cortocircuito massima nel punto di cortocircuito considerato
- il contributo motori è considerato quando è superiore al 5% del corto circuito calcolato senza motori
- le resistenze R_L delle linee (aeree e in cavo) sono calcolate alla una temperatura di 20°C

Correnti di cortocircuito minime

Il calcolo delle correnti cortocircuito minime tiene conto delle seguenti condizioni:

- è tenuto in considerazione il fattore di tensione c_{min} conformemente alla tabella 1 di CEI 11-25
- è scelta la configurazione di rete per ottenere il valore di corrente di cortocircuito minima nel punto di cortocircuito considerato
- il contributo motori deve essere trascurato
- le resistenze R_L delle linee (aeree e in cavo) sono calcolate alla una temperatura di 250°C (EPR), 160°C (PVC) o 140°C (PVC >300m²)

Rev. n°1		Data:		Descrizione NB	Clienti: Progetto: File disegno: Matricola:	N° DISEGNO: 1	Pagina: 1	Pagina succ.: 1	Pagine Tot.: 1
Rev. n°2		Disegn.:							
Rev. n°3		Progettista:							
REVISIONI	Data:	Firma:	Viso:						

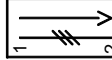
Protezione dei cavi bt

-WC1.1 Dorsale Illuminazione

Dati Utenza		LLLN / TN-S
Fasi - Sist di distribuzione	[V]	400
Tensione	[A]	1.9
IB (A)		0.91
Cosphi		4x(1x2.5)+1G1.5
Sezione cavo		Cu / EPR/XLPE
Conduttore - Isolante	[m]	490
Lunghezza (m)	[A]	29.7
Iz (A)		2.76
cdt (%)	[°C]	20.3
Temp lavoro (°C)	[W]	40.36
Perdite	[A2s]	127561
K'S²		

Sovraccarico: protetto da

IB (1.92[A]) <= Ith (10.00[A]) <= Iz (29.74[A]) e If (14.50[A]) <= 1.45 Iz (43.13[A]); Vrif=400V



Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Protezione garantita fino a Icc max LLL (10.00[kA]), Icc max LN (6.00[kA]) e Icc max LPE (6.00[kA]); Vrif=400V

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

IΔ (0.30[A]) <= Icc L-PE min (0.01[kA]) e Td (0.04[s]) <= Tempo limite di intervento (0.40[s]); Vrif=400V

Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

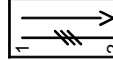
Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

-WC1.2 Dorsale Illuminazione

Dati Utenza		LLLN / TN-S
Fasi - Sist di distribuzione	[V]	400
Tensione	[A]	0.6
IB (A)		0.90
Cosphi		4x(1x2.5)
Sezione cavo		Cu / EPR/XLPE
Conduttore - Isolante	[m]	20
Lunghezza (m)	[A]	29.7
Iz (A)		0.04
cdt (%)	[°C]	20.0
Temp lavoro (°C)	[W]	0.16
Perdite	[A2s]	127561
K'S²		

Sovraccarico: protetto da

IB (0.61[A]) <= Ith (10.00[A]) <= Iz (29.74[A]) e If (14.50[A]) <= 1.45 Iz (43.13[A]); Vrif=400V



Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Protezione garantita fino a Icc max LLL (10.00[kA]) e Icc max LN (6.00[kA]); Vrif=400V

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

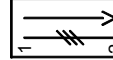
Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

-WC1.3 Dorsale Illuminazione

Dati Utenza		LLLN / TN-S
Fasi - Sist di distribuzione	[V]	400
Tensione	[A]	0.2
IB (A)		0.90
Cosphi		4x(1x2.5)
Sezione cavo		Cu / EPR/XLPE
Conduttore - Isolante	[m]	50
Lunghezza (m)	[A]	29.7
Iz (A)		0.03
cdt (%)	[°C]	20.0
Temp lavoro (°C)	[W]	0.05
Perdite	[A2s]	127561
K'S²		

Sovraccarico: protetto da

IB (0.61[A]) <= Ith (10.00[A]) <= Iz (29.74[A]) e If (14.50[A]) <= 1.45 Iz (43.13[A]); Vrif=400V



Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Protezione garantita fino a Icc max LLL (1.66[kA]) e Icc max LN (0.84[kA]); Vrif=400V

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

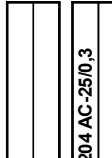
Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Sovraccarico: protetto da

IB (1.92[A]) <= Ith (10.00[A]) <= Iz (29.74[A]) e If (14.50[A]) <= 1.45 Iz (43.13[A]); Vrif=400V



Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Protezione garantita fino a Icc max LLL (10.00[kA]), Icc max LN (6.00[kA]) e Icc max LPE (6.00[kA]); Vrif=400V

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

IΔ (0.30[A]) <= Icc L-PE min (0.01[kA]) e Td (0.04[s]) <= Tempo limite di intervento (0.40[s]); Vrif=400V

Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

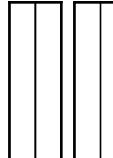
Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Pali 15-20

Dati Utenza		LLLN / TN-S
Fasi - Sist di distribuzione	[V]	400
Tensione	[A]	0.6
IB (A)		0.90
Cosphi		4x(1x2.5)
Sezione cavo		Cu / EPR/XLPE
Conduttore - Isolante	[m]	20
Lunghezza (m)	[A]	29.7
Iz (A)		0.04
cdt (%)	[°C]	20.0
Temp lavoro (°C)	[W]	0.16
Perdite	[A2s]	127561
K'S²		

Sovraccarico: protetto da

IB (0.61[A]) <= Ith (10.00[A]) <= Iz (29.74[A]) e If (14.50[A]) <= 1.45 Iz (43.13[A]); Vrif=400V



Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Protezione garantita fino a Icc max LLL (10.00[kA]) e Icc max LN (6.00[kA]); Vrif=400V

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

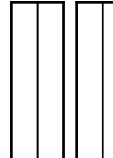
Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Dati Utenza		LLLN / TN-S
Fasi - Sist di distribuzione	[V]	400
Tensione	[A]	0.2
IB (A)		0.90
Cosphi		4x(1x2.5)
Sezione cavo		Cu / EPR/XLPE
Conduttore - Isolante	[m]	50
Lunghezza (m)	[A]	29.7
Iz (A)		0.03
cdt (%)	[°C]	20.0
Temp lavoro (°C)	[W]	0.05
Perdite	[A2s]	127561
K'S²		

Sovraccarico: protetto da

IB (0.61[A]) <= Ith (10.00[A]) <= Iz (29.74[A]) e If (14.50[A]) <= 1.45 Iz (43.13[A]); Vrif=400V



Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Protezione garantita fino a Icc max LLL (1.66[kA]) e Icc max LN (0.84[kA]); Vrif=400V

Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da

Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da

Rev. n°1	Data:	Descrizione	Clienti:	N° DISEGNO:
Rev. n°2	Disegn.:	NB	Progetto:	
Rev. n°3	Progettista:		File disegno:	
REVISIONI	Data:		Matricola:	
	Firma		Pagina:	1
			Pagina succ.:	2
			Pagine Tot.:	2

Protezione dei cavi bt

-WC1.4 Dorsale Illuminazione

Pali 17-20

Data Utenza	Fasi - Sist di distribuzione	LLN / TN-S	Sovraccarico: protetto da	
	Tensione	[V] 400	-QF1.2 S204M-C10	Ok
	IB (A)	[A] 0.4		
	Cosphi	0.90		
	Sezione cavo	4x(1x2.5)		
	Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE		
	Lunghezza (m)	[m] 130		
	Iz (A)	[A] 29.7		
	cdt (%)	0.15		
	Temp lavoro (°C)	[°C] 20.0		
	Perdite	[W] 0.47		
	K ² S ²	[A2s] 127581		
	Verifiche di protezione			
	Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da			
	Protezione garanzia fino a Icc max LLL (1.66[kA]) e Icc max LN (0.84[kA]); Vrif=400V			
	Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da			
	Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da			
	Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da			

-WC1.5 Crepuscolare e ausiliari

Data Utenza	Fasi - Sist di distribuzione	LN / TN-S (L1-N)	Sovraccarico: protetto da	
	Tensione	[V] 230.94	-QF1.5 S201-C10 NA	Ok
	IB (A)	[A] 0.5		
	Cosphi	0.90		
	Sezione cavo	2x(1x2.5)+1G2.5		
	Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE		
	Lunghezza (m)	[m] 5		
	Iz (A)	[A] 35.3		
	cdt (%)	0.01		
	Temp lavoro (°C)	[°C] 20.0		
	Perdite	[W] 0.02		
	K ² S ²	[A2s] 127581		
	Verifiche di protezione			
	Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da			
	Protezione garanzia fino a Icc max LN (6.00[kA]) e Icc max LPE (6.00[kA]); Vrif=400V			
	Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da			
	Id (0.30[A]) <= Icc LPE min (1.36[kA]) e Id (0.04[s]) <= Tempo limite di intervento (0.40[s]); Vrif=400V			
	Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da			
	Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da			

Data Utenza	Fasi - Sist di distribuzione	LLN / TN-S	Sovraccarico: protetto da	
	Tensione	[V] 400	-QF1.2 S204M-C10	Ok
	IB (A)	[A] 0.4		
	Cosphi	0.90		
	Sezione cavo	4x(1x2.5)		
	Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE		
	Lunghezza (m)	[m] 130		
	Iz (A)	[A] 29.7		
	cdt (%)	0.15		
	Temp lavoro (°C)	[°C] 20.0		
	Perdite	[W] 0.47		
	K ² S ²	[A2s] 127581		
	Verifiche di protezione			
	Corto circuito al terminale 1 (cavo alimentato dall'alto): protetto da			
	Protezione garanzia fino a Icc max LLL (1.66[kA]) e Icc max LN (0.84[kA]); Vrif=400V			
	Contatti indiretti al terminale 2 (cavo alimentato dall'alto): protetto da			
	Corto circuito al terminale 2 (cavo alimentato dal basso): protetto da			
	Contatti indiretti al terminale 1 (cavo alimentato dal basso): protetto da			

Rev. n°1	Data:	Descrizione	Clienti:	N° DISEGNO:
Rev. n°2	Disegn.:	NB	Arrese Integrazioni	
Rev. n°3	Progettist:		File disegno:	Pagina:
REVISIONI	Visc:		Matricola:	Pagina succ.:
	Firme			2
				Pagine Tot.: 2

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20											
Report degli interruttori BT																																
A	Interruttore										Termomagnetico										Elettronico										Blocco differenziale	
	Simbolo	Quadro	Poli	In (A)	Icu-Icn (kA)	Ics (kA)	Termica (A)	Magnetica (A)	Curva L	t1	S	Curve S	t2	Curve S2	t2-2	I3	Curva G	t4	R	I5	In/In (%)	Id (A)	Td (s)									
		Tipo		Descrizione utenza 1																												
C	-QF1.1	Switchboard ¹	4P	10	15.0	0.0	10.0															0.300	0.040									
		S204M-C10		Dorsale Illuminazione				100.0														DDA204 AC-25/0,3										
D	-QF1.2	Switchboard ¹	4P	10	15.0	0.0	10.0															0.300	0.040									
		S204M-C10		Dorsale Illuminazione				100.0														DDA204 AC-25/0,3										
E	-QF1.5	Switchboard ¹	1P+N	10	10.0	0.0	10.0															0.300	0.040									
		S201-C10 NA		Crepuscolare e ausiliari				100.0														DDA202 AC-25/0,3										
F																																
G																																
H																																
I																																
J																																
K																																
L																																
M																																
N	Rev. n°1		Data:	Descrizione NB										N° DISEGNO:																		
	Rev. n°2		Disegn.:											Arrese Integrazioni																		
	Rev. n°3		Progettista:											Pagina:										1								
	REVISIONI		Desc.											Matricola:										Pagina Tot.:								
			Visc.																					1								

Lista dei cavi bt

-WC1.1 Dorsale Illuminazione

Pali 0-14

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S
Tensione [V]	400
Sezione cavo	4x(1x2.5)+1G1.5
Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE
Posa	61
Fattore rid	1.10
Lunghezza (m)	490
loc max (kA)	10.00
loc min (kA)	0.01

IB L1	[A]	1.9
IB L2	[A]	1.9
IB L3	[A]	1.9
IB N	[A]	0.0
Cosphi		0.91
Iz (A)	[A]	29.7
cdt (%)	[%]	2.76
Pot Diss (W)	[W]	40.4
Temp lavoro (°C)	[°C]	20.3

R Ph 20°C	[mOhm]	3627.96
R Ph 160-250°C	[mOhm]	6965.68
X Ph	[mOhm]	48.51
R N 20°C	[mOhm]	3627.96
R N 160-250°C	[mOhm]	6965.68
X N	[mOhm]	48.51
R PE 20°C	[mOhm]	6046.60
R PE 160-250°C	[mOhm]	11609.47
X PE	[mOhm]	52.92

-WC1.2 Dorsale Illuminazione

Pali 15-20

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S
Tensione [V]	400
Sezione cavo	4x(1x2.5)
Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE
Posa	61
Fattore rid	1.10
Lunghezza (m)	20
loc max (kA)	10.00
loc min (kA)	0.36

IB L1	[A]	0.6
IB L2	[A]	0.6
IB L3	[A]	0.6
IB N	[A]	0.0
Cosphi		0.90
Iz (A)	[A]	29.7
cdt (%)	[%]	0.04
Pot Diss (W)	[W]	0.2
Temp lavoro (°C)	[°C]	20.0

R Ph 20°C	[mOhm]	148.08
R Ph 160-250°C	[mOhm]	284.31
X Ph	[mOhm]	1.98
R N 20°C	[mOhm]	148.08
R N 160-250°C	[mOhm]	284.31
X N	[mOhm]	1.98
R PE 20°C	[mOhm]	
R PE 160-250°C	[mOhm]	
X PE	[mOhm]	

-WC1.3 Dorsale Illuminazione

Pali 15-16

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S
Tensione [V]	400
Sezione cavo	4x(1x2.5)
Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE
Posa	61
Fattore rid	1.10
Lunghezza (m)	50
loc max (kA)	1.66
loc min (kA)	0.10

IB L1	[A]	0.2
IB L2	[A]	0.2
IB L3	[A]	0.2
IB N	[A]	0.0
Cosphi		0.90
Iz (A)	[A]	29.7
cdt (%)	[%]	0.03
Pot Diss (W)	[W]	0.0
Temp lavoro (°C)	[°C]	20.0

R Ph 20°C	[mOhm]	370.20
R Ph 160-250°C	[mOhm]	710.78
X Ph	[mOhm]	4.95
R N 20°C	[mOhm]	370.20
R N 160-250°C	[mOhm]	710.78
X N	[mOhm]	4.95
R PE 20°C	[mOhm]	
R PE 160-250°C	[mOhm]	
X PE	[mOhm]	

-WC1.4 Dorsale Illuminazione

Pali 17-20

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S
Tensione [V]	400
Sezione cavo	4x(1x2.5)
Conduttore - Isolante	Cu / EPR/XLPE
Posa	61
Fattore rid	1.10
Lunghezza (m)	130
loc max (kA)	1.66
loc min (kA)	0.05

IB L1	[A]	0.4
IB L2	[A]	0.4
IB L3	[A]	0.4
IB N	[A]	0.0
Cosphi		0.90
Iz (A)	[A]	29.7
cdt (%)	[%]	0.15
Pot Diss (W)	[W]	0.5
Temp lavoro (°C)	[°C]	20.0

R Ph 20°C	[mOhm]	962.52
R Ph 160-250°C	[mOhm]	1848.04
X Ph	[mOhm]	12.87
R N 20°C	[mOhm]	962.52
R N 160-250°C	[mOhm]	1848.04
X N	[mOhm]	12.87
R PE 20°C	[mOhm]	
R PE 160-250°C	[mOhm]	
X PE	[mOhm]	

Rev. n°1	Data:	
Rev. n°2	Disegn.:	
Rev. n°3	Progettista:	
REVISIONI	Data:	
	Firma	
	Viso	

Descrizione		
NB		

Clienti:	N° DISEGNO:	
Progetto:	Avese Integrazioni	
File disegno:	Pagina:	1
Matricola:	Pagina succ.:	2
	Pagine Tot.:	2

Lista dei cavi bt

-WC1.5 Crepuscolare e ausiliari

Fasi - Sist di distribuzione		LN / TN-S (L1-N)	IB L1	[A]	0.5	[mOhm]	37.02
Tensione	[V]	230.94	IB L2	[A]		[mOhm]	71.08
Sezione cavo		2x(1x2.5)+1G2.5	IB L3	[A]		[mOhm]	0.50
Conduttore - Isolante		Cu / EPR/XLPE	IB N	[A]	0.5	[mOhm]	37.02
Posa		61	Cosphi		0.90	[mOhm]	71.08
Fattore rid		1.10	Iz (A)	[A]	35.3	[mOhm]	0.50
Lunghezza (m)	[m]	5	cdt (%)	[%]	0.01	[mOhm]	37.02
loc max (kA)	[kA]	6.00	Pot Diss (W)	[W]	0.0	[mOhm]	71.08
loc min (kA)	[kA]	1.36	Temp lavoro (°C)	[°C]	20.0	[mOhm]	0.50

Fasi - Sist di distribuzione		IB L1	[A]	[mOhm]	R Ph 20°C	[mOhm]
Tensione	[V]	IB L2	[A]	[mOhm]	R Ph 160-250°C	[mOhm]
Sezione cavo		IB L3	[A]	[mOhm]	X Ph	[mOhm]
Conduttore - Isolante		IB N	[A]	[mOhm]	R N 20°C	[mOhm]
Posa		Cosphi		[mOhm]	R N 160-250°C	[mOhm]
Fattore rid		Iz (A)	[A]	[mOhm]	X N	[mOhm]
Lunghezza (m)	[m]	cdt (%)	[%]	[mOhm]	R PE 20°C	[mOhm]
loc max (kA)	[kA]	Pot Diss (W)	[W]	[mOhm]	R PE 160-250°C	[mOhm]
loc min (kA)	[kA]	Temp lavoro (°C)	[°C]	[mOhm]	X PE	[mOhm]

Fasi - Sist di distribuzione		IB L1	[A]	[mOhm]	R Ph 20°C	[mOhm]
Tensione	[V]	IB L2	[A]	[mOhm]	R Ph 160-250°C	[mOhm]
Sezione cavo		IB L3	[A]	[mOhm]	X Ph	[mOhm]
Conduttore - Isolante		IB N	[A]	[mOhm]	R N 20°C	[mOhm]
Posa		Cosphi		[mOhm]	R N 160-250°C	[mOhm]
Fattore rid		Iz (A)	[A]	[mOhm]	X N	[mOhm]
Lunghezza (m)	[m]	cdt (%)	[%]	[mOhm]	R PE 20°C	[mOhm]
loc max (kA)	[kA]	Pot Diss (W)	[W]	[mOhm]	R PE 160-250°C	[mOhm]
loc min (kA)	[kA]	Temp lavoro (°C)	[°C]	[mOhm]	X PE	[mOhm]

Fasi - Sist di distribuzione		IB L1	[A]	[mOhm]	R Ph 20°C	[mOhm]
Tensione	[V]	IB L2	[A]	[mOhm]	R Ph 160-250°C	[mOhm]
Sezione cavo		IB L3	[A]	[mOhm]	X Ph	[mOhm]
Conduttore - Isolante		IB N	[A]	[mOhm]	R N 20°C	[mOhm]
Posa		Cosphi		[mOhm]	R N 160-250°C	[mOhm]
Fattore rid		Iz (A)	[A]	[mOhm]	X N	[mOhm]
Lunghezza (m)	[m]	cdt (%)	[%]	[mOhm]	R PE 20°C	[mOhm]
loc max (kA)	[kA]	Pot Diss (W)	[W]	[mOhm]	R PE 160-250°C	[mOhm]
loc min (kA)	[kA]	Temp lavoro (°C)	[°C]	[mOhm]	X PE	[mOhm]

Rev. n°1	Data:	Descrizione		Clienti:	N° DISEGNO:	
Rev. n°2	Disegn.:	NB		Progetto:	Avese Integrazioni	
Rev. n°3	Progettista:			File disegno:	Pagina succ.:	
REVISIONI	Visc.			Matricola:	Pagina: 2	
	Firme				Pagine Tot.: 2	

Carichi

-L1.1 Dorsale Illuminazione

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S	
Tensione nominale	[V]	400
IB	[A]	1.9
Cosphi		0.90

Pali 0-14

Fattore di utilizzo	[%]	100
Potenza attiva P	[kW]	1.17
Potenza reattiva Q	[kvar]	0.57

Tensione calcolata	[V]	389.0
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	4.0
Caduta di tensione calcolata	[%]	2.75

-L1.3 Dorsale Illuminazione

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S	
Tensione nominale	[V]	400
IB	[A]	0.2
Cosphi		0.90

Pali 15-16

Fattore di utilizzo	[%]	100
Potenza attiva P	[kW]	0.13
Potenza reattiva Q	[kvar]	0.06

Tensione calcolata	[V]	399.7
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	4.0
Caduta di tensione calcolata	[%]	0.06

-L1.4 Dorsale Illuminazione

Fasi - Sist di distribuzione	LLLN / TN-S	
Tensione nominale	[V]	400
IB	[A]	0.4
Cosphi		0.90

Pali 17-20

Fattore di utilizzo	[%]	100
Potenza attiva P	[kW]	0.25
Potenza reattiva Q	[kvar]	0.12

Tensione calcolata	[V]	399.2
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	4.0
Caduta di tensione calcolata	[%]	0.19

-L1.5 Crepuscolare e ausiliari

Fasi - Sist di distribuzione	LN / TN-S (L-L-N)	
Tensione nominale	[V]	230.94
IB	[A]	0.5
Cosphi		0.90

Fattore di utilizzo	[%]	100
Potenza attiva P	[kW]	0.10
Potenza reattiva Q	[kvar]	0.05

Tensione calcolata	[V]	230.9
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	4.0
Caduta di tensione calcolata	[%]	0.01

Fasi - Sist di distribuzione

Tensione nominale	[V]	
IB	[A]	
Cosphi		

Fattore di utilizzo	[%]	
Potenza attiva P	[kW]	
Potenza reattiva Q	[kvar]	

Tensione calcolata	[V]	
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	
Caduta di tensione calcolata	[%]	

Fasi - Sist di distribuzione

Tensione nominale	[V]	
IB	[A]	
Cosphi		

Fattore di utilizzo	[%]	
Potenza attiva P	[kW]	
Potenza reattiva Q	[kvar]	

Tensione calcolata	[V]	
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	
Caduta di tensione calcolata	[%]	

Fasi - Sist di distribuzione

Tensione nominale	[V]	
IB	[A]	
Cosphi		

Fattore di utilizzo	[%]	
Potenza attiva P	[kW]	
Potenza reattiva Q	[kvar]	

Tensione calcolata	[V]	
Caduta di tensione ammessa	[%]	4.0
Caduta di tensione massima utente	[%]	
Caduta di tensione calcolata	[%]	

Rev. n°1	Data:	
Rev. n°2	Disegn.:	
Rev. n°3	Progettista:	
REVISIONI	Data:	
	Firma	
	Viso	

Descrizione
NB

Clienti:		N° DISEGNO:	
Progetto:	Arese Integrazioni	Pagina:	1
File disegno:		Pagina succ.:	
Matricola:		Pagine Tot.:	1