

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

VIABILITA

IV01-CAVALCAVIA PROVVISORIO

VIABILITÀ PROVVISORIA DI ACCESSO AL CANTIERE

Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/02/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. T. Finocchietti

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

IF3A 02 E ZZ RO IV0101 001 A -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 – Emissione 180gg	A. Celsi	08/02/2022	F. Cervellin	08/02/2022	T. Finocchietti	08/02/2022	Ing. T. Finocchietti
								08/02/2022

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 2 di 38

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	4
3	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	5
4	CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI	6
5	DATI GENERALI.....	7
6	IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA.....	7
6.1	GENERALITÀ	7
6.2	VIABILITÀ	7
6.3	DATI SPECIFICI DI PROGETTO DELLA RETE ELETTRICA BT	8
6.4	STRUTTURA GENERALE DELLA RETE ELETTRICA	8
6.5	FORNITURE ENERGIA ELETTRICA BT	9
6.6	QUADRO BT DI CONSEGNA E DI DISTRIBUZIONE	9
6.7	RETI BT DI DISTRIBUZIONE.....	9
6.8	IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE DAI FULMINI	10
7	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DELLE STRADE DI VIABILITA' E DELLE ROTATORIE. 11	
7.1	GENERALITÀ	11
7.2	VERIFICA DEL RISPETTO DELLE L.R. E DEI CAM	11
7.3	DESCRIZIONE APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI	11
7.4	DESCRIZIONE DEI PALI DI SOSTEGNO	12
7.5	SISTEMI DI SUPPORTO DEI SOSTEGNI	13
7.6	SISTEMA DI COMANDO E REGOLAZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	13
8	RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO	14
9	INTRODUZIONE	14
10	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	14
11	DATI DI BASE DEL PROGETTO.....	15
12	DIMENSIONAMENTO LINEE BT.....	15
12.1	CALCOLO DELLE CORRENTI D'IMPIEGO	15

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ RO</td> <td>IV0101 001</td> <td>A</td> <td>3 di 38</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RO	IV0101 001	A	3 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RO	IV0101 001	A	3 di 38													
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica																		

12.2	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA A SOVRACCARICO DEI CAVI	16
12.2.1	GENERALITÀ	16
12.2.2	MODALITÀ DI POSA	18
12.2.3	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA.....	23
12.2.4	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO.....	33
12.2.5	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	33
12.2.6	CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI.....	34
12.3	CADUTE DI TENSIONE	34
12.4	VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE.....	35
12.4.1	GENERALITÀ	35
12.4.2	INTEGRALE DI JOULE	36
12.4.3	MASSIMA LUNGHEZZA PROTETTA	37
12.5	VERIFICA CONTATTI INDIRETTI.....	37
12.5.1	SISTEMA DI DISTRIBUZIONE TT	38
12.6	CALCOLI DIMENSIONALI LINEE BT.....	38
12.7	ALLEGATI.....	38

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 4 di 38

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica intende illustrare le soluzioni progettuali adottate per gli impianti di illuminazione asserviti alle strade della viabilità di accesso all'area d'imbocco lato Bari che saranno costruite nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviaria Hirpinia-Osara.

Il presente documento intende relazionare in merito alle caratteristiche tecniche del progetto elettrico ed ai calcoli eseguiti per il dimensionamento dei quadri elettrici e delle linee elettriche di distribuzione dell'alimentazione ai punti luce.

Nel presente documento, col termine "impianti di illuminazione" si intendono compresi i seguenti impianti:
impianti di alimentazione elettrica BT di illuminazione esterna comprendenti:

- a. consegna ENEL in BT e nuovo quadro elettrico di illuminazione esterna
- b. reti BT di distribuzione principale
- c. reti BT di distribuzione terminale

impianti di illuminazione comprendenti:

- d. illuminazione delle strade di viabilità e delle rotatorie tramite pali equipaggiati con apparecchi a LED
- e. sistema di gestione dei Punti Luce (PL) asserviti alle strade di viabilità ed alle rotatorie

Nella progettazione sono state adottate le soluzioni che garantiscono i seguenti obiettivi:

la sicurezza degli operatori, degli utenti e degli impianti

la semplicità ed economia di manutenzione

la scelta di apparecchiature improntata a criteri di uniformità, elevata qualità, semplicità e robustezza, per sostenere le condizioni di lavoro più gravose

Per ulteriori dettagli tecnici rispetto a quanto riportato nel presente documento si rinvia al "Capitolato speciale di appalto – norme tecniche impianti elettrici e speciali" nonché ai vari elaborati grafici.

2 DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito verranno impiegate le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

AD - Azienda distributrice di energia elettrica (ENEL)

BT o bt - Simbolo generico di "Sistema di bassa tensione in c.a." (400/230V)

CA - Continuità assoluta

Cc o Dc - Corrente Continua

CAM - Criteri Ambientali Minimi

CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano

CSA - Capitolato Speciale di Appalto

DL - Direzione dei Lavori, generale o specifica

FM - Forza Motrice

GE - Gruppo Elettrogeno

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 5 di 38

- HW - Hardware
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- I/O - Input/Output
- IP - Illuminazione Pubblica
- LED - Light Emitting Diode
- L.R. - Legge Regionale in materia di inquinamento luminoso e risparmio energetico
- MIT - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
- MT - Media Tensione in c.a.
- PC - Personal Computer
- PGEP - Posto di Gestione Emergenza Periferico
- PL - Punto Luce
- RFI - Rete Ferroviaria Italiana
- SA - Servizi Ausiliari
- SW - Software
- UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- UPS - Gruppo di continuità assoluta

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto esecutivo degli impianti elettromeccanici.

Leggi e Decreti

- D. Leg.vo n. 285 del 1992 – “Nuovo Codice della Strada”, D. Leg.vo n.9 del 15/01/2002, “Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada” e s.m.i.
- L.R. della Campania n.12 del 25/07/2002 – “Norme per il contenimento dell’inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica
- D.M. del 5/11/2001 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- D.M. del 27/09/2017 – “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.

Norme CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- 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 (nel caso di fornitura in BT).
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 7 di 38

- caduta di tensione massima pari al 4%

Si sottolinea che, tutti i 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.

Per l'opera in oggetto la tipologia di cavo ammesse, sono:

- ♦ per impianti posati all'aperto, euroclasse C_{ca} - s3, d1, a3 tipo FG16(O)R16 0,6/1kV

5 DATI GENERALI

Lo sviluppo del progetto è stato eseguito facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

Ubicazione:	Provincia di Avellino
Altitudine:	< 500 m s.l.m.
Destinazione ambienti:	opere all'aperto
Temperature e umidità di riferimento:	T invernale: -3,8 °C UR invernale: 80 % T estiva: 31 °C UR estiva: 53 %
Classificazione strade (D.M.5/11/2001-UNI 11248):	Strada locale extraurbana / altre situazioni (50 km/h – altri assi)
Velocità di percorrenza della strada	< 50 km/h

6 IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA

6.1 Generalità

Nel seguito si riporta la descrizione tecnica degli impianti di alimentazione elettrica asserviti all'impianto di illuminazione della strada di accesso al cantiere Grottaminarda; questa strada viene derivata dalla SS90 attraverso una rotatoria di nuova realizzazione.

Il progetto comprende quindi l'impianto di illuminazione della rotatoria e dell'uscita verso la strada di accesso al cantiere.

Per ulteriori dettagli si rinvia agli altri elaborati di progetto (in particolare alle relazioni di calcolo, agli elaborati grafici ed agli schemi unifilari dei quadri elettrici).

6.2 Viabilità

La nuova rotatoria sarà realizzata lungo la SS90; la strada risulta già dotata di impianto di illuminazione, con PL distribuiti lungo la stessa alimentati tramite una linea aerea appoggiata ai sostegni dei corpi illuminanti.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 8 di 38

L'intervento in progetto prevede in sintesi:

- Realizzazione di nuova rotatoria
- Realizzazione di nuova viabilità in uscita dalla rotatoria in direzione est
- Interramento della linea aerea di alimentazione dell'IP a monte ed a valle della rotatoria
- Realizzazione di nuova IP lungo il perimetro della rotatoria e nel primo tratto della nuova strada che da accesso al cantiere Grottaminarda.

Per ogni dettaglio si rimanda alla planimetria di progetto.

6.3 Dati specifici di progetto della rete elettrica BT

Si riportano nel seguito i dati assunti per la definizione della rete elettrica BT:

- Dati rete ENEL in BT: tensione di alimentazione: 400 V ± 10%
corrente di cortocircuito trifase nel punto di consegna BT: 10 kA
sistema di distribuzione: TT
- Assorbimenti unitari (W): o Apparecchio illuminante tipo A1 (sorgente a LED, 360mA): ≤ 34 W
o Apparecchio illuminante tipo B1 (sorgente a LED, 320mA): ≤ 70 W
- Caduta di tensione massima: ≤ 4%
- 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 1,5 volte il diametro del cerchio che circonda il fascio dei cavi
- Tipologia conduttori BT: cavi interrati all'aperto posati all'interno di tubazioni in materiale plastico: FG16(O)R16 0.6/1 kV

6.4 Struttura generale della rete elettrica

Gli impianti di Illuminazione Pubblica, di cui trattasi, saranno tutti alimentati in bassa tensione, in derivazione da quadri elettrici posti all'esterno in prossimità delle aree da servire. Tali quadri saranno a loro volta alimentati in BT da una consegna dedicata da parte dell'Ente Distributore, realizzata in corrispondenza di appositi vani contatori presenti nella carpenteria dello stesso quadro BT di alimentazione.

Per ogni zona servita si prevede una rete di alimentazione elettrica così articolata:

fornitura dedicata dell'energia elettrica in BT, a 400V/230Vac, da parte dell'Ente Distributore, completa di apparato di misura installato nel vano contatori BT previsto nella carpenteria (armadio da esterno in vetroresina a due vani) del quadro BT di alimentazione.

quadro elettrico di protezione e comando, posto immediatamente a valle del contatore all'interno del vano dedicato dell'armadio su menzionato, contenente il Dispositivo Generale di Linea (DGL1) di utente e tutti gli interruttori derivati necessari per l'alimentazione e la regolazione delle utenze in campo,

rete di distribuzione BT dedicata all'alimentazione delle utenze terminali, tipicamente costituite dagli apparecchi illuminanti su palo

impianto di terra e di protezione dai fulmini

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 9 di 38

6.5 Forniture energia elettrica BT

La Fornitura di energia Elettrica sarà realizzata 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”.

La consegna BT sarà eseguita, come già precisato, in corrispondenza del vano contatore BT del Distributore predisposto specificatamente a tale scopo all’interno dell’armadio in vetroresina da esterno. L’armadio sarà collocato in posizione accessibile agli operatori da strada o spazio pubblico.

Per quanto concerna le potenze stimate per la fornitura si riporta i relativi valori nella seguente tabella:

QUADRO DI ALIMENTAZIONE	SIGLA FORNITURA	POTENZA ASSORBITA [kW]
Quadro QBT1	NC01	≈ 1,5

6.6 Quadro BT di consegna e di distribuzione

All’interno dello stesso armadio nel quale sarà collocato il contatore del Distributore, in vano separato, sarà installato il quadro elettrico di consegna e di distribuzione (QBT1).

Tale quadro, realizzato entro carpenteria in materiale plastico IP55 e forma di segregazione 1, conterrà

- i Dispositivi Generali di Linea (DGL) di utente costituiti da interruttori magnetotermici differenziali, di tipo modulare, aventi potere di interruzione adeguato al punto di installazione e taglia adeguata alle esigenze dei diversi sistemi alimentati. Per il DGL relativo ai circuiti luce si prevede inoltre di equipaggiare il DGL stesso con un dispositivo di richiusura automatico (per almeno n.3 cicli)
- gli interruttori derivati dedicati alle varie linee di alimentazione dei PL costituiti da interruttori magnetotermici modulari, aventi potere di interruzione adeguato al punto di installazione
- i necessari dispositivi ausiliari (orologio e/o crepuscolare).

Ogni armadio (QBT1) sarà fissato su zoccolo in calcestruzzo realizzato in opera, predisposto per consentire sia l’ingresso dei cavi del Distributore che l’uscita di quelli in partenza, asserviti alle varie utenze in campo.

Non sono previsti sistemi di rifasamento automatico delle utenze, in quanto tutti gli apparecchi illuminanti costituiscono già dei carichi rifasati.

Per i dettagli delle apparecchiature contenute nei quadri elettrici si rinvia agli schemi elettrici unifilari allegati al presente progetto.

6.7 Reti BT di distribuzione

Costituiscono oggetto del presente paragrafo le reti BT derivate dal quadro QBT1 per l’alimentazione delle apparecchiature in campo (PL su palo).

Tali reti, di tipo monofase (F+neutro), saranno costituite da cavi multipolari BT tipo FG16OR16 - 0.6/1 kV (a norme CEI 20-13, CPR UE 305/11), posate entro tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) serie pesante interrate.

Gli impianti elettrici di alimentazione dell’illuminazione stradale avranno le seguenti caratteristiche:

- cavi di distribuzione principale a doppio isolamento, multipolari, tipo FG16OR16 0.6/1 kV (a norme CEI 20-13, CPR UE 305/11), aventi sezione tale da contenere la caduta di tensione entro il 4% e tale da garantire il coordinamento con il relativo dispositivo di protezione installato sul quadro di alimentazione. Sono previste più linee che alimentano i vari PL, ed i PL saranno distribuiti in modo alternato su queste linee. Con tale soluzione, anche nel caso di fuori servizio di un circuito, il tratto di strada rimane comunque illuminato, seppur ad un livello e con uniformità degradati

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 10 di 38

le linee di distribuzione principale saranno interrate e protette da tubi in materiale plastico aventi diametro adeguato (tipicamente 100mm). I cavidotti saranno collocati ad almeno 0.5 m di profondità. Ogni 30-40 m, e comunque in corrispondenza di ogni cambio di direzione, sarà previsto un pozzetto onde facilitare la posa e la successiva ispezione delle linee elettriche. Tali pozzetti saranno inoltre dislocati in corrispondenza di ogni punto luce al fine di permettere la derivazione del cavo di alimentazione al punto luce stesso. I pozzetti saranno di tipo prefabbricato aventi dimensioni indicative pari a 450x450xh600mm (salvo diversa indicazione evidenziata negli elaborati grafici), completi di chiusino in calcestruzzo (classe D400 se collocati in aree normalmente carrabili ovvero classe C250 se collocati in aree normalmente non carrabili) cementati superiormente per prevenzione da atti vandalici. In taluni casi (es. posa nei sottopassi, lungo ponti/viadotti, in cunicoli, ecc.), è previsto l'uso di canalizzazioni o tubazioni metalliche in acciaio zincato a caldo, fissate a parete del manufatto.

la derivazione dalla dorsale di alimentazione agli apparecchi illuminanti sarà realizzata direttamente in morsettiera su palo o tramite muffola di derivazione in pozzetto. In entrambi i casi i componenti di derivazione saranno in classe II.

circuito di alimentazione terminale, derivato dalla morsettiera su palo (o dalla muffola di derivazione in pozzetto), realizzato con cavo a doppio isolamento, di tipo multipolare 2x2,5mm², FG16OR16 0.6/1 kV (a norme CEI 20-13, CPR UE 305/11)

è prevista una seconda linea in tubo PVC interrato per garantire la continuità di alimentazione ai PL posti lungo la SS90 a monte (nord) ed a valle (sud) della tratta di intervento. In corrispondenza del primo PL (a nord del PL A-01) e dell'ultimo PL (a sud del PL B-09) è prevista la discesa nella tibazione interrata della linea aerea esistente che alimenta i PL esistenti. Alla base di questi pali è previsto un pozzetto di dimensioni 600x600xh600mm, completi di chiusino in calcestruzzo (classe D400 se collocati in aree normalmente carrabili ovvero classe C250 se collocati in aree normalmente non carrabili) cementati superiormente per prevenzione da atti vandalici.

Il numero e lo sviluppo planimetrico dei cavidotti sono indicati negli elaborati grafici.

6.8 Impianto di terra e di protezione dai fulmini

Gli impianti di illuminazione previsti saranno in classe di isolamento II, pertanto non sarà distribuito il conduttore PE a valle del quadro QBT1.

Per ottenere il sistema TT sarà necessario realizzare, a servizio del quadro elettrico BT, un impianto disperdente di terra avente un valore di resistenza idoneo per la protezione contro i contatti indiretti, quindi compatibile con la taratura della protezione differenziale che sarà prevista.

L'impianto disperdente sarà costituito da:

- un picchetto verticale a croce, avente lunghezza 1,5m, posato all'interno del primo pozzetto di derivazione o in corrispondenza del quadro elettrico

- corda di rame nuda da 35 mmq avente lunghezza sufficiente (almeno pari a 50m) per raggiungere il valore di resistenza di terra desiderato, posta a contatto col terreno lungo i cavidotti elettrici, ad una profondità minima di 0,6 m.

All'impianto di terra sarà collegata, tramite il conduttore di terra, la sbarra di terra del quadro QBT1.

Ai sensi della Norma CEI 64-8/7 sezione 714 la protezione contro i fulmini dei sostegni di illuminazione non è necessaria.

Tuttavia, con lo scopo di garantire una maggiore immunità degli impianti dalle sovratensioni, come conseguenza di fenomeni naturali (effetti indiretti di scariche atmosferiche) o derivanti da azioni umane (manovre sui circuiti, inserzioni di batterie di condensatori, etc.), il quadro elettrico BT sarà dotato di limitatori di sovratensione (SPD) di classe II, installati in corrispondenza della loro sezione di ingresso.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 11 di 38

7 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DELLE STRADE DI VIABILITA' E DELLE ROTATORIE

7.1 Generalità

L'obiettivo che si desidera raggiungere con l'illuminazione delle strade e delle zone di conflitto (rotatorie) è quello di assicurare a chi sopraggiunge, di notte o di sera, un senso di sicurezza e di comfort uguale a quello che l'utente può avere durante il giorno.

Lo scopo si ottiene quando l'impianto di illuminazione trasmette al conducente adeguate informazioni visive sullo stato del tracciato che si appresta a percorrere, sul movimento di altri veicoli e sulla presenza di eventuali ostacoli.

In quest'ottica, l'impianto di illuminazione deve necessariamente fornire le seguenti prestazioni:

deve illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità

la luce deve avere un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale tale da fornire elevata visibilità del tracciato

deve illuminare adeguatamente le corsie in modo da fornire all'utente un più ampio angolo di visibilità

Il progetto prevede un impianto di illuminazione costituito da apparecchi equipaggiati con sorgenti a LED ed ottica di tipo stradale, installati su pali aventi altezza fuori terra di 8 / 8,5m rispetto al piano stradale, eventualmente dotati di sbraccio, avente lunghezza di 1,5 ±2 m ed alzata di circa 0,3 m;

Per quanto concerne dati di progetto, definizione delle categorie illuminotecniche e risultati di calcolo si rinvia alle relazioni di calcolo illuminotecnico facente parte del progetto, mentre la disposizione degli impianti di illuminazione di viabilità è riportata nelle tavole grafiche.

7.2 VERIFICA DEL RISPETTO DELLE L.R. e dei cam

La progettazione degli impianti di illuminazione di cui trattasi è stata redatta in conformità alle disposizioni prescritte dalla Legge Regionale n.12 del 25/07/2002 – “Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica” vigente in tema di risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso.

Dettagli ed ulteriori considerazioni in merito al soddisfacimento dei requisiti di cui alla L.R. e dei CAM sono riportati nelle relazioni di calcolo illuminotecnico.

Per quanto concerne il rispetto dei “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica” di cui al D.M. del 27/09/2017, resta inteso che tali criteri si applicano soltanto agli impianti di illuminazione pubblica ovvero asserviti alle aree aperte al traffico pubblico.

Nel caso specifico quindi essi trovano applicazione nell'ambito degli impianti di illuminazione dedicati alle strade di viabilità, mentre sono esclusi gli impianti asserviti ai piazzali di servizio ad uso dei fabbricati che costituiscono delle zone chiuse al pubblico ad uso esclusivo degli addetti.

7.3 Descrizione apparecchi illuminanti utilizzati

Per l'illuminazione delle strade di viabilità e delle rotatorie sono previsti apparecchi su palo con sorgenti LED, corpo in alluminio e vetro piano di chiusura.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua, è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (70.000 ore) idonei per una gestione basata sul concetto di “mezzanotte virtuale”.

Altre caratteristiche degli apparecchi illuminanti si possono così riassumere:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 12 di 38

durata LED (L80B10): ≥ 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente
grado di protezione: IP67
resistenza agli urti: IK09
classe di isolamento: II
resa cromatica: > 70
temperatura di colore: 4.000 K
fattore di potenza: $\geq 0,95$
superficie esposta al vento dell'apparecchio (SCx): 0,05 m²
peso: 6 kg
predisposizione per montaggio su testa palo $\varnothing 40\div 60$ mm
temperatura di funzionamento da -20°C a +40°C.
SPD integrato, tipo II, per sovratensioni di modo comune fino a 10 kV
alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
conforme a CEI EN 60598-2-3.

Si prevede l'utilizzo di differenti tipologie di corpi illuminanti. Le diverse tipologie, evidenziate nella seguente tabella, si distinguono in base alla potenza ed al flusso dell'apparecchio nonché sulla base della corrente di pilotaggio del driver:

TIPO APPARECCHIO	CORRENTE DI PILOTAGGIO	POTENZA ASSORBITA APPARECCHIO	FLUSSO EMESSO APPARECCHIO	EFFICIENZA LUMINOSA APPARECCHIO
Stradale tipo A	360 mA	≤ 34 W	≥ 4.600 lm	≥ 130 lm/W
Stradale tipo B	320 mA	≤ 70 W	≥ 9.500 lm	≥ 130 lm/W

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

7.4 Descrizione dei pali di sostegno

I pali di supporto degli apparecchi a LED saranno in acciaio zincato del tipo laminato a caldo, saldati longitudinalmente ad alta frequenza, realizzati in lamiera di acciaio S275 JOH (Fe430B) con caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025.

I pali, progettati secondo la UNI EN 40 e dotati di marcatura CE, saranno zincati a caldo, internamente ed esternamente, secondo al Norma UNI EN ISO 1461.

Essi avranno una forma conica diritta e laddove indicato nei disegni, saranno completi di sbraccio.

Si prevedono pali aventi le seguenti caratteristiche (si vedano anche gli elaborati grafici):

- altezza: 8 o 8,5m (vedi sezioni su tavole grafiche) fuori terra rispetto al piano stradale da illuminare
- spessore ≥ 3 mm
- diametro di testa: 60mm
- diametro di base: 127 mm
- peso: circa 90 kg
- portata con riferimento ad una zona di vento 3 e categoria esposizione terreno I: $> 0,1$ mq

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 13 di 38

foro ingresso cavi a circa 600mm dalla base

asola per l'alloggiamento morsettiera posta a circa 1800 mm dalla base chiusa con portella in alluminio grado di protezione IP55

completi di morsettiera in classe II con portafusibile e fusibile di protezione

Come detto sopra i pali saranno generalmente dotati di sbraccio singolo, realizzato in acciaio S235JRH, UNI EN 10025, zincato a caldo secondo al Norma UNI EN ISO 1461, avente le seguenti caratteristiche:

lunghezza: 1,5 ±2 m

alzata: circa 0,3m

peso: 8 – 10 kg

spessore ≥ 3 mm

diametro di testa: 60mm

Saranno infine corredati di attacco filettato per il collegamento all'impianto di terra ed avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno costituito da guaina termorestringente in polietilene applicata con processo a caldo avente spessore non inferiore a 4mm e lunghezza di circa 450mm.

7.5 Sistemi di supporto dei sostegni

Per il supporto dei pali di illuminazione dovranno essere utilizzati plinti di fondazione interrati di tipo prefabbricato aventi dimensioni indicative di 1.000x1.000x1.100mm idonei per pali di altezza fino a 16m.

Il plinto avrà predisposto sia il foro verticale di infilaggio del palo sia il foro per il raccordo "orizzontale" con il pozzetto di transito delle condutture di alimentazione. Per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 150 mm mentre la sezione cava dovrà essere riempita con terreno ad elevata portanza.

Laddove necessario (ed indicato nelle tavole grafiche facenti parte del progetto) il palo, anziché su plinto, sarà fissato su supporti metallici "a Bicchiere" realizzati in acciaio S235JRH.

L'arretramento dei sostegni in caso di barriera (guard-rail) sarà pari a 1,5 m, lo stesso arretramento sarà comunque mantenuto anche in assenza di barriera.

7.6 Sistema di comando e regolazione dell'impianto di illuminazione

L'attivazione ON – OFF dei circuiti d'illuminazione sarà essenzialmente gestita ad orario e/o tramite crepuscolare.

Ai sensi della Norma UNI 11248, nelle ore notturne, caratterizzate da un basso o scarso volume di traffico, si può ridurre il livello di luminanza del manto stradale. A tale scopo gli apparecchi a LED saranno equipaggiati di driver adeguati ad essere gestiti in base al concetto di "Mezzanotte virtuale". Trattasi di sistema "stand-alone" che consente la regolazione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi stessi senza l'aggiunta di cablaggi aggiuntivi.

La regolazione segue gradini pre-impostati e i risultati in termini di risparmio sono ottimali, in quanto il dispositivo si aggiorna automaticamente in funzione degli orari di accensione e spegnimento dell'impianto. La riduzione del flusso luminoso avviene attraverso un processo di auto-apprendimento dell'apparecchio, che, in funzione delle accensioni e spegnimenti pregressi, determina l'ipotetica "mezzanotte virtuale", media tra l'istante di accensione (tramonto) e quello di spegnimento (alba). La "mezzanotte virtuale" costituisce il punto di riferimento (o punto medio di accensione) per applicare la riduzione dell'emissione luminosa secondo il profilo desiderato, su più livelli a fasce orarie, che possono variare secondo le necessità e le norme da rispettare.

Il sistema calcola la mezzanotte virtuale in automatico ed il calcolo viene continuamente aggiornato nel corso dell'anno in base al variare degli orari di accensione e di spegnimento dei PL nelle diverse stagioni.

Per il primo giorno, seguenti al montaggio, le lampade funzioneranno a piena potenza ed un microprocessore, acquisendo i tempi di accensione, calcola il tempo di commutazione desiderato partendo dalla mezzanotte virtuale. A partire dal giorno successivo si inizia la gestione dell'impianto su più livelli: in funzione delle esigenze specifiche

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 14 di 38

sarà possibile definire un profilo di regolazione su almeno 5 diversi livelli, a fasce orarie, configurabili tramite software dedicato.

Per rispettare le specifiche previste dalla UNI 11248 sarà impostato il ciclo orario in modo che le condizioni di sicurezza siano garantite nella giornata più trafficata dell'anno, quando il traffico sarà sceso sotto il 50% e sotto il 25% del valore massimo si potrà ridurre il flusso, rispettivamente, del 25% e del 50%.

Si precisa infine che la riduzione dei livelli di emissione luminosa da parte degli impianti di illuminazione risulta prescritta anche dalle disposizioni regionali vigenti in tema di risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso (vedi Legge Regionale della Campania n.12 del 12/07/2002).

8 RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO

9 INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono illustrate le modalità di calcolo ed i risultati del dimensionamento, relativamente agli impianti di illuminazione asserviti alle strade della viabilità di accesso all'area d'imbocco lato Bari che saranno costruite nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviaria Hirpinia-Orsara.

Il presente documento, relativamente ai calcoli dimensionali degli impianti di Bassa Tensione (BT), intende evidenziare:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento;
- i criteri di dimensionamento, tenendo conto dei vincoli impiantistici e della normativa vigente;
- i dati di input
- i risultati dei calcoli dimensionali e delle verifiche di calcolo necessarie per la definizione degli impianti BT.

In particolare, sono descritti in generale i principali metodi di calcolo e di verifica, riportando le prescrizioni indicate dalla normativa in uso. Talvolta nei casi specifici, qualora sia necessario, potranno essere introdotte opportune ipotesi semplificative.

I risultati delle verifiche di impianto, ottenute con software commerciale o tramite fogli di calcolo, sono riportati negli allegati, a cui dovrà essere fatto riferimento anche per le sigle e la simbologia adottata.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici relativi ed in particolare agli schemi unifilari dei quadri elettrici.

10 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto esecutivo delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, oltre ai riferimenti legislativi, sono stati considerati, in particolare, i seguenti riferimenti:

- 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” (nel caso di fornitura in BT)
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- CEI 11-25 (IEC 60909) – “Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti”
- Norma CEI 11-25 (IEC 60909) - "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata";
- Norma CEI EN 60947-2 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 15 di 38

Norma CEI EN 60898-1 - "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata"

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 EN 50272 - "Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni"

Norma IEC 364-5-523 - "Wiring system. Current-carrying capacities"

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 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 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 IEC 60287 - "Electric cables - Calculation of the current rating"

11 DATI DI BASE DEL PROGETTO

I calcoli di progetto per la realizzazione del nuovo impianto di illuminazione del quadro BT, saranno eseguiti facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

Assorbimenti utenze:

Apparecchio illuminante tipo A1 (sorgente a LED, 360mA): ≤ 34 W

Apparecchio illuminante tipo B1 (sorgente a LED, 320mA): ≤ 70 W

Tipologia conduttori BT:

cavi della dorsale di illuminazione (entro cavidotti interrati): FG16(O)R16 0.6/1 kV

Per maggiori dettagli sulle apparecchiature soggette all'intervento si rimanda agli elaborati grafici ed in particolare agli schemi unifilari dei quadri elettrici.

12 DIMENSIONAMENTO LINEE BT

12.1 Calcolo delle correnti d'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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 16 di 38

- 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.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

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

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

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

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza P_n , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle P_d delle utenze a valle 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:

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

12.2 Dimensionamento e verifica a sovraccarico dei cavi

12.2.1 Generalità

Di seguito sono illustrati i criteri di dimensionamento e verifica dei cavi e delle relative protezioni, in relazione alle correnti di sovraccarico.

Il riferimento è la Norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), secondo la quale il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 17 di 38

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

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

dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione
- I_z = Portata in regime permanente della conduttura
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

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

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

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

L'individuazione della portata si effettua utilizzando le seguenti tabelle di posa assegnate ai cavi:

- CEI 64-8 Tabella 52C (esempi di condutture);
- CEI-UNEL 35024/1 (portata dei cavi isolati in PVC ed EPR);
- CEI-UNEL 35026 (portata dei cavi interrati);

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile (portata) 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:

$$I_z = I_{z0} \cdot k_{tot}$$

dove I_{z0} 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.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 18 di 38

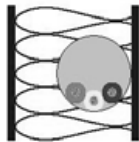
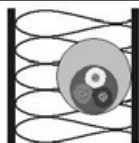
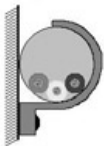
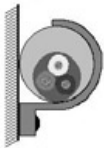


Una volta individuata una sezione dei conduttori si calcola la caduta di tensione (cdt %): il dimensionamento dei cavi sarà verificato garantendo una cdt % inferiore al 4%. Nel caso la sezione individuata non garantisca tale limite si dovrà scegliere una sezione immediatamente superiore e rifare i calcoli per rientrare entro il 4%.

Nei capitoli che seguono sono specificate:





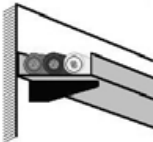
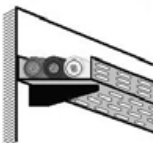
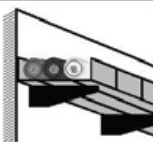
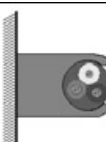
- le modalità di posa contemplate dalla Norma CEI 64-8;
- i metodi per la determinazione della portata.

12.2.2 Modalità di posa






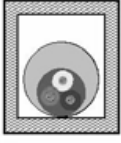
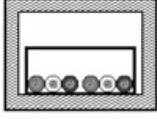
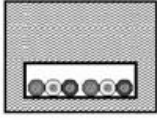
Con riferimento alla norma CEI 64-8/5, le tipologie di installazione previste sono riportate nella tabella seguente:

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	1	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
	2	cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
	3	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
	3A	cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
	4	cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti
	4A	cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti

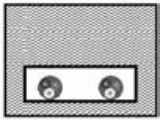

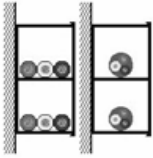

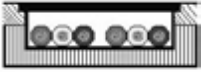

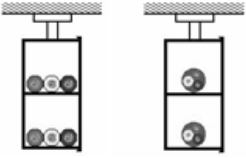
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 19 di 38

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	5	cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura
	5A	cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura
	11	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, posati su o distanziati da pareti
	11A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) con o senza armatura fissati su soffitti
	12	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle non perforate
	13	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle perforate con percorso orizzontale o verticale
	14	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su mensole
	15	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, fissati da collari


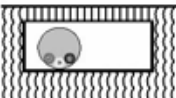
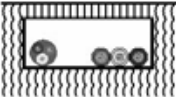
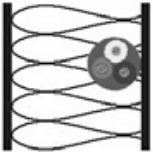
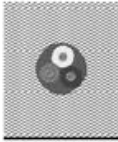


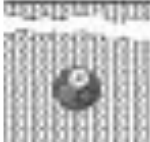
APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 20 di 38

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	16	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, su passerelle a traversini
	17	cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto
	18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolanti
	21	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in cavità di strutture
	22	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
	22A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture
	23	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
	24	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ RO IV0101 001 A 21 di 38					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica						

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	24A	cavi multipolari (o unipolari con guaina), in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
	25	cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati in: controsoffitti pavimenti sopraelevati
	31	cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete con percorso orizzontale
	32	cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete con percorso verticale
	33	cavi senza guaina posati in canali incassati nel pavimento
	33A	cavi multipolari posati in canali incassati nel pavimento
	34	cavi senza guaina in canali sospesi
	34A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 22 di 38

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	41	cavi senza guaina e cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli chiusi, con percorso orizzontale o verticale
	42	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli ventilati incassati nel pavimento
	43	cavi unipolari con guaina e multipolari posati in cunicoli aperti o ventilati con percorso orizzontale e verticale
	51	cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente entro pareti termicamente isolanti
	52	cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati direttamente nella muratura senza protezione meccanica addizionale
	53	cavi multipolari (o cavi unipolari con guaina) posati nella muratura con protezione meccanica addizionale
	61	cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati
	62	cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati senza protezione meccanica addizionale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 23 di 38

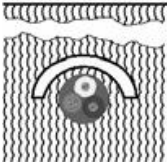
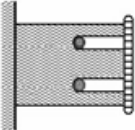



ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	63	cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati con protezione meccanica addizionale
	71	cavi senza guaina posati in elementi scanalati
	72	cavi senza guaina (o cavi unipolari con guaina o cavi multipolari) posati in canali provvisti di elementi di separazione: circuiti per cavi per comunicazione e per elaborazione dati
	73	cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) posati in stipiti di porte
	74	cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) posati in stipiti di finestre
	75	cavi senza guaina, cavi multipolari o cavi unipolari con guaina in canale incassato
	81	cavi multipolari immersi in acqua

Tabella 1 - Esempi di condutture (rif. CEI 64-8 tab.52C)

Le figure riportate sono solo indicative dei metodi di installazione descritti, ma non rappresentano la reale messa in opera.

12.2.3 Determinazione della portata

Cavi isolati in PVC ed EPR (CEI-UNEL 35024/1)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 24 di 38

Per la determinazione della portata dei cavi in rame isolati in materiale elastomerico o termoplastico si fa riferimento alla tabella CEI-UNEL 35024/1.

La norma non prende in considerazione i cavi con posa interrata, in acqua o i cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

In particolare:

- il coefficiente k_{tot} è ottenuto dal prodotto dei coefficienti k_1 e k_2 ricavati dalle tabelle 3, 4, 5, 6;
- la portata nominale è ricavata dalle tabelle 7 e 8 in relazione al numero della posa (secondo CEI 64-8/5), all'isolante e al numero di conduttori attivi (riferita a 30°C).

k_1 è il coefficiente di correzione relativo alla temperatura ambiente

k_2 è il coefficiente di correzione per i cavi in fascio, in strato o su più strati.

Il coefficiente k_2 si applica ai cavi del fascio o dello strato aventi sezioni simili (rientranti nelle tre sezioni unificate adiacenti) e uniformemente caricati.

Qualora k_2 non sia applicabile, è sostituito dal coefficiente F :

$$F = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

dove n è il numero di cavi che compongono il fascio:

n	1	2	3	4	5	6	7	8
F	1	0.71	0.57	0.5	0.44	0.41	0.37	0.35

Tabella 2 - Fattore di correzione per conduttori in fascio F

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 25 di 38

Temperatura [°C]	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0,91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0,61	0.76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Tabella 3 - Influenza della temperatura k1

n° di posa CEI 64-8	disposizione	numero di circuiti o di cavi multipolari											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
tutte le altre pose	raggruppati a fascio, annegati	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
11/12/2025	singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	nessuna ulteriore riduzione per più di 9 circuiti o cavi multipolari		
11A	strato a soffitto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
13	strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non perforate)	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
14-15-16-17	strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78			

Tabella 4 - Circuiti realizzati con cavi in fascio o strato k2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 26 di 38

n° posa CEI 64-8	metodo di installazione		numero di cavi per ogni supporto						
			numero di passerelle	1	2	3	4	6	9
13	passerelle perforate orizzontali	posa ravvicinata	2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
			3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
		posa distanziata	2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	
			3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	
13	passerelle perforate verticali	posa ravvicinata	2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
		posa distanziata	2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	
14-15-16-17	scala posa cavi elemento di sostegno	posa ravvicinata	2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
			3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
		posa distanziata	2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	
			3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	

Tabella 5 - Circuiti realizzati con cavi multipolari in strato su più supporti (es. passerelle) k2

Per posa distanziata si intendono cavi posizionati:

- ad una distanza almeno doppia del loro diametro in caso di cavi unipolari
- ad una distanza almeno pari all'oro diametro in caso di cavi multipolari.

Se i cavi sono installati ad una distanza superiore a quella sopra indicata il fattore correttivo per circuiti in fascio non si applica ($k_2 = 1$).

Nelle pose su passerelle orizzontali o su scala posa cavi, i cavi devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie verticale (parete) maggiore o uguale a 20 mm.

n° posa CEI 64-8		numero d circuiti trifasi				utilizzato per
		numero di passerelle	1	2	3	
13	passerelle perforate	2	0,96	0,87	0,81	3 cavi in formazione orizzontale
		3	0,95	0,85	0,78	
13	passerelle perforate	2	0,95	0,84		3 cavi in formazione verticale
14-15-16-17	scala posa cavi o elemento di sostegno	2	0,98	0,93	0,89	3 cavi in formazione orizzontale
		3	0,97	0,90	0,86	
13	passerelle perforate	2	0,97	0,93	0,89	3 cavi in formazione a trefolo
		3	0,96	0,92	0,86	
13	passerelle perforate	2	1,00	0,90	0,86	
14-15-16-17	scala posa cavi o elemento di sostegno	2	0,97	0,95	0,93	
		3	0,96	0,94	0,9	

Tabella 6 - Circuiti realizzati con cavi unipolari in strato su più supporti k2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER						
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica						
	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 27 di 38

Nelle pose su passerelle orizzontali o su scala posa cavi, i cavi devono essere posizionati ad una distanza dalla superficie verticale (parete) maggiore o uguale a 20 mm. Le terne di cavi in formazione a trefolo si intendono disposte ad una distanza maggiore di due volte il diametro del singolo cavo unipolare.

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portate [A]																					
				Sezione nominale [mm ²]																					
				1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630		
cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-	-	
				-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-	-	-
				-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-	-	-	-	-	-
cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23 24-31-32-33 34-41-42-72	PVC	2	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-	-	-	-	-	
				-	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-	-
				-	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-	-	-
cavi in aria libera in posizione non a portata di mano	18	PVC	3	-	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-	-	-	-	
				-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-	-	-
				-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-	-	-
cavi in aria libera a intaglio	11-12-21-25 43-52-53	PVC	3	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
				-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855	-	-
cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16 17	EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088	-	
				-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005	-	-
				-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905	-	-
cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale(2)	14-15-16	EPR	3	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254	-	
				-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151	-	-
				-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-	-	-
cavi in aria libera distanziati su un piano verticale (2)	13-14-15-16	EPR	3	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454	-	-	-	-	-	-	-	
				-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454	-	-	-	-	-	-	-	-
				-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070	-	-	-	-	-	-	-	-
				-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	-	-	-	-	-	-		
				-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	-	-	-	-	-	-	-	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ RO</td> <td>IV0101 001</td> <td>A</td> <td>28 di 38</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ RO	IV0101 001	A	28 di 38
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ RO	IV0101 001	A	28 di 38													
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica																		

Tabella 7 - Portata cavi unipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR 1 2

1 PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C). EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

2 I cavi unipolari affiancati che compongono il circuito trifase si considerano distanziati se posati in modo che la distanza tra di essi sia superiore o uguale a due volte il diametro esterno del singolo cavo unipolare.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 29 di 38

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																		
				Sezione nominale [mm ²]																		
				1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
cavo in tubo		PVC	2	-	14	18.5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-
incassato in parete isolante	2-51-73-74	EPR	3	-	13	17.5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	288	-	-
			2	-	18.5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-
			3	-	16.5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	386	-	-
cavo in tubo	3A-4A-5A-21	PVC	2	13.5	16.5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-
in aria	22A-24A-25		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-
	33A-31-34A	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-
	43-32		3	15	19.5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-
cavo in aria libera, distanziato		PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-
	13-14-15-16-17		3	13.6	18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-
parete/soffitto o su passerella		EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-
			3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-
cavo in aria libera, fissato alla parete/soffitto	11-11A-52-53-12	PVC	2	15	19.5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-
			3	13.5	17.5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-
			2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	589	683	-	-
			3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-

Tabella 8 - Portata cavi multipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR 3

3 PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C). EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 30 di 38

Cavi interrati (CEI-UNEL 35026)

Per la determinazione della portata dei cavi in rame con isolamento elastomerico o termoplastico si fa riferimento alla tabella CEI-UNEL 35026.

In particolare:

- il coefficiente k_{tot} è ottenuto dal prodotto dei coefficienti k_1 , k_2 , k_3 e k_4 , ricavati dalle tabelle 9, 10, 11, 12.
- la portata nominale è ricavata dalla tabella 13 in relazione al numero della posa (secondo CEI 64-8/5), all'isolante e al numero di conduttori attivi (riferita a d una temperatura del terreno di 20°C).

k_1 è il coefficiente di correzione relativo alla temperatura del terreno

k_2 è il coefficiente di correzione per gruppi di circuiti installati sullo stesso piano

k_3 è il coefficiente di correzione relativo alla profondità di interramento

k_4 è il coefficiente di correzione relativo alla resistività termica del terreno

Temperatura terreno [°C]	PVC	EPR
10	1.1	1.07
15	1.05	1.04
20	1	1
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.8
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	-	0.6
70	-	0.53
75	-	0.46
80	-	0.38

Tabella 9 - Influenza della temperatura del terreno – k_1

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 31 di 38

un cavo multipolare per ciascun tubo				
n° circuiti	distanza fra i circuiti [m]			
	a contatto	0.25	0.5	1
2	0.85	0.9	0.95	0.95
3	0.75	0.85	0.9	0.95
4	0.7	0.8	0.85	0.9
5	0.65	0.8	0.85	0.9
6	0.6	0.8	0.8	0.9
un cavo unipolare per ciascun tubo				
n° circuiti	distanza fra i circuiti [m]			
	a contatto	0.25	0.5	1
2	0.8	0.9	0.9	0.95
3	0.7	0.8	0.85	0.9
4	0.65	0.75	0.8	0.9
5	0.6	0.7	0.8	0.9
6	0.6	0.7	0.8	0.9

Tabella 10 - Gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano – k2

profondità di posa [m]	0.5	0.8	1	1.2	1.5
fattore di correzione	1.02	1	0.98	0.96	0.94

Tabella 11 - Influenza della profondità di posa – k3

cavi unipolari					
resistività del terreno [K m/W]	1	1.2	1.5	2	2.5
fattore di correzione	1.08	1.05	1	0.9	0.82
cavi multipolari					
resistività del terreno [K m/W]	1	1.2	1.5	2	2.5
fattore di correzione	1.06	1.04	1	0.91	0.84

Tabella 12 - Influenza della resistività termica del terreno – k4

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 32 di 38

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI (64-8)	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																		
				Sezione nominale [mm ²]																		
				1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
cavi unipolari in tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)		PVC	2																			
			3	20	26	34	43	57	74	95	115	141	171	201	231	262	293	342				
			2	26	34	44	54	73	95	122	148	182	222	261	301	343	385	450	509	582	666	759
cavi unipolari in tubo interrato	61	PVC	2	21	27	36	45	61	78	101	123	153	187	222	256	292	328	385				
			3	18	23	30	38	51	66	86	104	129	158	187	216	246	277	325				
			2	24	32	41	52	70	91	118	144	178	218	258	298	340	383	450	510	585	671	767
cavi multipolari in tubo interrato	61	PVC	2	19	25	33	41	56	73	94	115	143	175	208	240	273	307	360				
			3	16	21	28	35	47	61	79	97	120	148	175	202	231	259	304				
			2	23	30	39	49	66	86	111	136	168	207	245	284	324	364	428				
		EPR	3	19	25	32	41	55	72	93	114	141	174	206	238	272	306	360				

Tabella 13 - Portata cavi unipolari con e senza guaina e cavi multipolari con isolamento in PVC o EPR 4 5

4 PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70°C; EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90°C).

5 Per posa direttamente interrata con o senza protezione meccanica (posa 62 e 63), applicare il fattore correttivo 1,15 unitamente ai fattori correttivi K1, k2, k3, e k4.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 33 di 38

12.2.4 Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 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 16 mm²; 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; (conduttore in rame) e 25 mm²; (conduttore in alluminio), il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

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

Qualora, in base a esigenze progettuali, si scelga di dimensionare il neutro per la reale corrente circolante, dovranno essere fatte le medesime considerazioni relative ai conduttori di fase.

12.2.5 Dimensionamento dei conduttori di protezione

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

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

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

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

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

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

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm²);
- 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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 34 di 38

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 condotta 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

12.2.6 Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

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

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

esprese in °C.

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

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

12.3 Cadute di tensione

Le cadute di tensione possono essere calcolate vettorialmente con la formula seguente. Per ogni utenza, la caduta di tensione vettoriale è calcolata in ogni fase e nel conduttore di neutro (se distribuito). Tra i valori calcolati in corrispondenza delle tre fasi, il valore maggiore, in percentuale della tensione nominale, sarà considerato.

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

dove:

- (f) indica i conduttori delle fasi: R, S, T;
- (n) è il conduttore di neutro;
- (i) è l'indice relativo all'utenza calcolata.

In alternativa, le cadute di tensione possono essere calcolate con la 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} = coefficiente pari a 2 per i sistemi monofase e 1.73 per i sistemi trifase;
- I_b = corrente di impiego;
- L_c = lunghezza del cavo/linea;
- V_n = tensione nominale;

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 35 di 38

- φ = angolo di sfasamento.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL 35023 dove:

- R_{cavo} (Ω/km) è riferita alla temperatura di esercizio di cui al paragrafo precedente;
- X_{cavo} (Ω/km) è riferita a 50Hz.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma vettoriale delle cadute di tensione, riferite ad un solo conduttore, in percentuale della tensione nominale. La caduta di tensione percentuale massima sarà contenuta entro il 4%.

Nel caso in cui siano presenti trasformatori, il calcolo della caduta di tensione tiene conto della caduta interna e della presenza di eventuali prese di regolazione del rapporto spire.

Nel caso in cui siano presenti gruppi elettrogeni, al fine di limitare la caduta di tensione nell'impianto (e limitare la variazione di tensione rispetto alla condizione ordinaria/da rete), dovrà essere opportunamente valutata l'impostazione della tensione di riferimento nella centralina di regolazione dei gruppi elettrogeni stessi.

12.4 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

12.4.1 Generalità

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:

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

dove:

- I: corrente di corto circuito [A] espressa in valore efficace
- t: durata del corto circuito
- S: sezione del conduttore [mm²];
- K: coefficiente che dipende dal tipo di cavo e dall'isolamento (descritto nei paragrafi successivi)

Pertanto, l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

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

Le intersezioni sono due:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
- $I_{ccmax} \leq I_{inters \ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).

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

- $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$.

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 36 di 38

- $I_{cc} \max \leq I_{inters} \max$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo.

12.4.2 Integrale di Joule

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

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

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

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

- Cavo in rame e isolato in PVC: K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G: K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7-G16-G18: 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-G18: 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-G16-G18: 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-G18: 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-G16-G18: 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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 37 di 38

- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7-G16-G18: K = 94

12.4.3 Massima lunghezza protetta

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

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

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

Pertanto:

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

Dove:

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

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

- 0.9 per sezioni di 120 mm²;
- 0.85 per sezioni di 150 mm²;
- 0.8 per sezioni di 185 mm²;
- 0.75 per sezioni di 240 mm²;

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

12.5 Verifica contatti indiretti

La verifica della protezione contro i contatti indiretti è eseguita secondo i criteri descritti dalla Norma CEI 64-8 e di seguito riportati, relativamente ai diversi sistemi di distribuzione.

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

- Collegamento a terra di tutte le masse metalliche;
- Collegamento al collettore di terra dell'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le delle tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Rotatoria S.S. 90 – Illuminazione intersezioni - Relazione tecnica	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO IV0101 001	REV. A	FOGLIO 38 di 38

12.5.1 Sistema di distribuzione TT

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

- 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

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 il valore massimo di corrente differenziale presente nell'impianto che nel caso di cui trattasi risulta pari a 0.3A;
- V_L [V] è la tensione limite di contatto che nel caso di cui trattasi risulta pari a 50 V;
- R_E [Ω] è la resistenza di terra (Ω)

Pertanto, nel caso specifico, il valore massimo ammissibile per la resistenza dell'impianto di terra (R_E) dovrà essere pari a 166 Ω .

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.

12.6 Calcoli dimensionali linee BT

I calcoli e le verifiche delle linee BT sono stati condotti con foglio di calcolo che tiene conto dei vincoli e dei procedimenti sopra indicati.

I report di calcolo delle linee BT sono riportati in Allegato 01.

12.7 ALLEGATI

Gli allegati sono organizzati nel seguente ordine:

- Allegato 1 - Cavetteria
- Allegato 2 – Potenze impianto
- Allegato 3 – Protezioni
- Allegato 4 – Protezioni e cavi