

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  
I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA  
IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE  
IE25 – ASSE 1 ACCESSO ALLA FERMATA DI APICE**

Relazione di calcolo BT e tabella cavi

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello  21/02/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. V. Moro

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

IF28	01	E	ZZ	CL	LF2500	001	A	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	N. Di Stefano	21/02/2020	M. Caselli	21/02/2020	S. Eandi	21/02/2020	Ing. S. Eandi

21/02/2020

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 26</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>DATI DI BASE DEL PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMENTO LINEE BT .....</b>	<b>5</b>
5.1	<b>CALCOLO DELLE CORRENTI D'IMPIEGO .....</b>	<b>5</b>
5.2	<b>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA A SOVRACCARICO DEI CAVI .....</b>	<b>6</b>
5.2.1	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>6</b>
5.2.2	<b>MODALITÀ DI POSA.....</b>	<b>7</b>
5.2.3	<b>DETERMINAZIONE DELLA PORTATA .....</b>	<b>13</b>
5.2.4	<b>DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO .....</b>	<b>21</b>
5.2.5	<b>DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE.....</b>	<b>21</b>
5.2.6	<b>CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI .....</b>	<b>22</b>
5.3	<b>CADUTE DI TENSIONE .....</b>	<b>22</b>
5.4	<b>VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE .....</b>	<b>23</b>
5.4.1	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>23</b>
5.4.2	<b>INTEGRALE DI JOULE.....</b>	<b>24</b>
5.4.3	<b>MASSIMA LUNGHEZZA PROTETTA.....</b>	<b>25</b>
5.5	<b>VERIFICA CONTATTI INDIRETTI .....</b>	<b>25</b>
5.5.1	<b>SISTEMA DI DISTRIBUZIONE TT.....</b>	<b>25</b>
5.6	<b>CALCOLI DIMENSIONALI LINEE BT .....</b>	<b>26</b>
5.7	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>26</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 26</b>

## 1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono illustrate le modalità di calcolo ed i risultati del dimensionamento, relativamente agli impianti di illuminazione asserviti alla viabilità ASSE 1 che sarà costruita nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviaria Apice-Hirpinia

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.

## 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
- CEI                      Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA                      Capitolato Speciale di Appalto
- DL                      Direzione dei Lavori, generale o specifica
- FM                      Forza Motrice
- IMQ                      Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- I/O                      Input / Output
- LED                      Light Emitting Diode
- LFM                      Luce e Forza Motrice
- UNI                      Ente Nazionale Italiano di Unificazione

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

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 26</b>

- 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”
- Norma CEI EN 60898-1 - “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. 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”

## 4 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 B, B1 e B2 (sorgente a LED, 320mA):  $\leq 70 \text{ W}$

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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 5 di 26

## 5 DIMENSIONAMENTO LINEE BT

### 5.1 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
- $V_n$  = 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:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

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:

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>LF2500 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>6 di 26</b>

## 5.2 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA A SOVRACCARICO DEI CAVI

### 5.2.1 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:

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

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

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.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 26</b>

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  $I_r$  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.

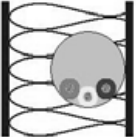
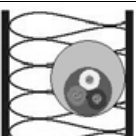
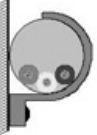
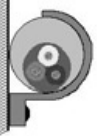

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Nei capitoli che seguono sono specificate:




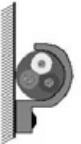

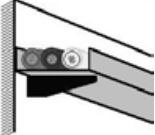
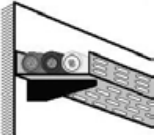
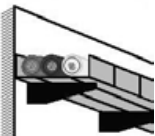
- le modalità di posa contemplate dalla Norma CEI 64-8;
- i metodi per la determinazione della portata.

### 5.2.2 Modalità di posa

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

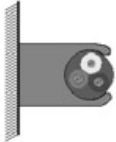






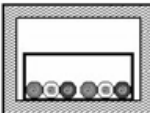
ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	1	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
	2	cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolati
	3	cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
	3A	cavi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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 26</b>

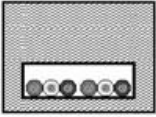
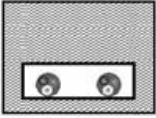

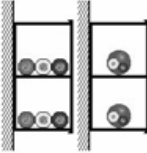
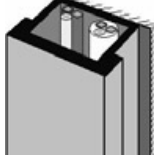


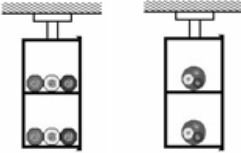
ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	4A	cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti
	5	cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura
	5A	cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura
	11	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, posati 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




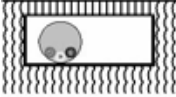
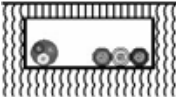
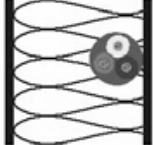
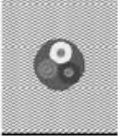

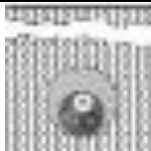
<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>9 di 26</b>

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	15	cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, fissati da collari
	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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 10 di 26

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	24	cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
	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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 11 di 26

ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	34A	cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi
	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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 12 di 26

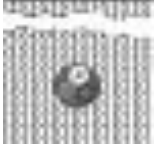
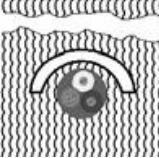
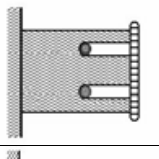
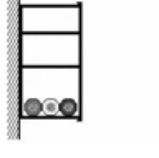
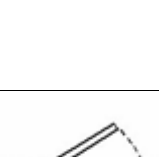
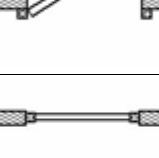
ESEMPIO	RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
	62	cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati senza protezione meccanica aggiuntiva
	63	cavi multipolari (o unipolari con guaina) interrati con protezione meccanica aggiuntiva
	71	cavi senza guaina posati in elementi scanalati
	72	cavi senza guaina (o cavi unipolari 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.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 13 di 26

### 5.2.3 Determinazione della portata

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

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 dalla 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:

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

Tabella 2 - Fattore di correzione per conduttori in fascio  $F$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>14 di 26</b>

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 graffiato 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 AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 15 di 26

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 alloro 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

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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 16 di 26

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portate [A]																			
				Sezione nominale [mm <sup>2</sup> ]																			
				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	-	-		
			3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-		
			2	-	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	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-		
			3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-		
			2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-		
cavi in aria libera in posizione non a portata di mano	18	PVC	3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-		
			2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-		
			3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-		
cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25 43-52-53	PVC	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-		
			3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	
			3	-	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	PVC	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
			2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
			3	-	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	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
			3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151
			2	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	962	1138	-
cavi in aria libera distanziati su un piano verticale (2)	13-14-15-16	EPR	3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	962	1138
			2	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454	
			3	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454	-
cavi in aria libera distanziati su un piano verticale (2)	13-14-15-16	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
			3	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070	-
			2	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	-
cavi in aria libera distanziati su un piano verticale (2)	13-14-15-16	EPR	3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362
			2	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	-
			3	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	-

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 AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 17 di 26

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																		
				Sezione nominale [mm <sup>2</sup> ]																		
				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 isclante	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	268	294	344	384	-	-
in aria	22A-24A-25		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	287	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	388	455	-	-
cavo in tubo		PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-
libera, distanziato			3	13.6	18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-
dalla parete/soffitto	13-14+15-16-17		2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-
o su passerella		EPR	3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-
cavo in aria	11-11A-52-53-		2	15	19.5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-
libera, fissato alla parete/soffitto	12	PVC	3	13.5	17.5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-
		EPR	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)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>LF2500 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>18 di 26</b>

### 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 –  $k_1$*

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>19 di 26</b>

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

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

Tabella 11 - Influenza della profondità di posa – k3

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

Tabella 12 - Influenza della resistività termica del terreno – k4

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo BT e tabella cavi	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 26</b>

Metod. di install.	Altri tipi di posa della CEI 64-8	Isol.	n° conduttori caricati	Portata [A]																	
				Sezione nominale [mm <sup>2</sup> ]																	
				1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
cavi unipolari in tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)		PVC	2	22	29	38	47	63	82	105	127	157	191	225	259	294	330	386			
			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	592	666
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
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			
			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.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 26</b>

#### 5.2.4 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 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>; se il conduttore è in rame e a 25 mm<sup>2</sup>; se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup>; (conduttore in rame) e 25 mm<sup>2</sup>; (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.

#### 5.2.5 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<sub>p</sub> è la sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>);
- 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.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA AV	Soci SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatara ROCKSOIL S.P.A.	Mandanti NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo BT e tabella cavi	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF2500 001	REV. A	FOGLIO 22 di 26

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 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica

### 5.2.6 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  $\alpha_{cavo}$  è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

### 5.3 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;
- $\varphi$  = angolo di sfasamento.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>23 di 26</b>

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

- $R_{cavo}$  ( $\Omega/km$ ) è riferita alla temperatura di esercizio di cui al paragrafo precedente;
- $X_{cavo}$  ( $\Omega/km$ ) 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.

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.

## 5.4 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

### 5.4.1 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 [ $mm^2$ ];
- 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:

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

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>24 di 26</b>

## 5.4.2 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
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G: K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7-G16-G18: K = 94



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>25 di 26</b>

### 5.4.3 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;
- $\rho$ : 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 mm<sup>2</sup>;
- 0.85 per sezioni di 150 mm<sup>2</sup>;
- 0.8 per sezioni di 185 mm<sup>2</sup>;
- 0.75 per sezioni di 240 mm<sup>2</sup>;

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

## 5.5 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.

### 5.5.1 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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo BT e tabella cavi</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>LF2500 001</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>26 di 26</b>

- 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;
- $R_E$  [ $\Omega$ ] è la resistenza di terra ( $\Omega$ )

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

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.

## 5.6 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.

## 5.7 ALLEGATI

Gli allegati sono organizzati nel seguente ordine:

- Allegato 1 - Calcoli linee BT
- Allegato 2 – Tabella cavi

**ALLEGATO 01**  
**CALCOLI BT**

**QUADRO QBT1 FE-NV16-1**

Titolo **CALCOLO LINEE BT**

**Circ."A" QBT1 FE-NV16-1**

**DATI DI INGRESSO**

Tensione nominale (V)	Vn [V]	230
Sfasamento L1 - L2 (deg)	PhD1-2 [deg]	120
Sfasamento L1 - L3 (deg)	PhD1-3 [deg]	240
Fattore di potenza utenze	PF	0,95
Distribuzione carichi	LN	
Corrente di cortocircuito 3F	Icc [kA]	10
Cdt limite max	CdT lim. [%]	5

**LINEA**

Tipologia cavo	MultiCore	
Materiale cavo	Copper	
Tipo di isolante dei cavi	EPR	
Coeff. per verific. CTO	K	143
Rif. Tab. CEI-UNEL		35023-12
Fattore di riduzione (Portata di corrente)		0,60
Formazione	LLLN	
Temperatura ambiente		20

**RISULTATI**

IL1 inizio linea (A)	lb (L1) [A]	0,32
IL2 inizio linea (A)	lb (L2) [A]	0,32
IL3 inizio linea (A)	lb (L3) [A]	0,32
IN inizio linea (A)	lb (N) [A]	0,00
I max inizio linea (A)	lb max [A]	0,32
Sezione minima	S min [mm <sup>2</sup> ]	6
Portata di corrente nominale	Iz0 (A)	41
Portata di corrente	Iz (A)	24,60
CdT	CdT max [%]	0,12
Integrale di Joule	I <sup>2</sup> t [A <sup>2</sup> s]	2,76E-02
	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> [A <sup>2</sup> s]	7,36E+05

**VERIFICHE**

Ib<=Ith<=Iz	0,32	<=	10	<=	24,60	OK
CdT max<=CdT lim.	0,12	<=	5	OK		
Icc<=Pdl	10	<=	10	OK		
I <sup>2</sup> t<=K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	2,76E-02	<=	7,36E+05	OK		

**INTERRUTTORE**

Corrente nominale	Ith [A]	10
Curva sganciatore		C
Potere di interruzione	Pdl [kA]	10

	dist. (m)	L (m)	P L1 (W)	P L2 (W)	P L3 (W)	S L1 (mm2)	S L2 (mm2)	S L3 (mm2)	S N (mm2)	CdT L1 (%)	CdT L2 (%)	CdT L3 (%)
QBT1	0	0	70	70	70					0,00	0,00	0,00
A-005	10	10	70			6	6	6	6	0,00	0,00	0,00
A-003	70	80		70		6	6	6	6	-0,03	0,04	0,06
A-001	70	150			70	6	6	6	6	-0,03	0,02	0,12

Titolo **CALCOLO LINEE BT**

**Circ."B" QBT1 FE-NV16-1**

**DATI DI INGRESSO**

Tensione nominale (V)	Vn [V]	230
Sfasamento L1 - L2 (deg)	PhD1-2 [deg]	120
Sfasamento L1 - L3 (deg)	PhD1-3 [deg]	240
Fattore di potenza utenze	PF	0,95
Distribuzione carichi	LN	
Corrente di cortocircuito 3F	Icc [kA]	10
Cdt limite max	CdT lim. [%]	5

**LINEA**

Tipologia cavo	MultiCore	
Materiale cavo	Copper	
Tipo di isolante dei cavi	EPR	
Coeff. per verific. CTO	K	143
Rif. Tab. CEI-UNEL		35023-12
Fattore di riduzione (Portata di corrente)		0,60
Formazione	LLLN	
Temperatura ambiente		20

**RISULTATI**

IL1 inizio linea (A)	Ib (L1) [A]	0,32
IL2 inizio linea (A)	Ib (L2) [A]	0,32
IL3 inizio linea (A)	Ib (L3) [A]	0,00
IN inizio linea (A)	Ib (N) [A]	0,32
I max inizio linea (A)	Ib max [A]	0,32
Sezione minima	S min [mm <sup>2</sup> ]	6
Portata di corrente nominale	Iz0 (A)	41
Portata di corrente	Iz (A)	24,60
CdT	CdT max [%]	0,09
Integrale di Joule	i <sup>2</sup> t [A <sup>2</sup> s]	2,76E-02
	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> [A <sup>2</sup> s]	7,36E+05

**VERIFICHE**

Ib <= Ith <= Iz	0,32	<=	10	<=	24,60	OK
CdT max <= CdT lim.	0,09	<=	5	OK		
Icc <= Pdl	10	<=	10	OK		
i <sup>2</sup> t <= K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	2,76E-02	<=	7,36E+05	OK		

**INTERRUTTORE**

Corrente nominale	Ith [A]	10
Curva sganciatore		C
Potere di interruzione	Pdl [kA]	10

	dist. (m)	L (m)	P L1 (W)	P L2 (W)	P L3 (W)	S L1 (mm2)	S L2 (mm2)	S L3 (mm2)	S N (mm2)	CdT L1 (%)	CdT L2 (%)	CdT L3 (%)
QBT1	0	0	70	70	0					0,00	0,00	0,00
B-004	40	40	70			6	6	6	6	0,02	0,03	-0,02
B-002	70	110		70		6	6	6	6	0,00	0,09	-0,02

Titolo **CALCOLO LINEE BT**

**Circ."C" QBT1 FE-NV16-1**

**DATI DI INGRESSO**

Tensione nominale (V)	Vn [V]	230
Sfasamento L1 - L2 (deg)	PhD1-2 [deg]	120
Sfasamento L1 - L3 (deg)	PhD1-3 [deg]	240
Fattore di potenza utenze	PF	0,95
Distribuzione carichi	LN	
Corrente di cortocircuito 3F	Icc [kA]	10
Cdt limite max	CdT lim. [%]	5

**LINEA**

Tipologia cavo	MultiCore	
Materiale cavo	Copper	
Tipo di isolante dei cavi	EPR	
Coeff. per verific. CTO	K	143
Rif. Tab. CEI-UNEL		35023-12
Fattore di riduzione (Portata di corrente)		0,60
Formazione	LLLN	
Temperatura ambiente		20

**RISULTATI**

IL1 inizio linea (A)	lb (L1) [A]	0,32
IL2 inizio linea (A)	lb (L2) [A]	0,32
IL3 inizio linea (A)	lb (L3) [A]	0,32
IN inizio linea (A)	lb (N) [A]	0,00
I max inizio linea (A)	lb max [A]	0,32
Sezione minima	S min [mm <sup>2</sup> ]	6
Portata di corrente nominale	Iz0 (A)	41
Portata di corrente	Iz (A)	24,60
CdT	CdT max [%]	0,13
Integrale di Joule	i <sup>2</sup> t [A <sup>2</sup> s]	2,76E-02
	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> [A <sup>2</sup> s]	7,36E+05

**VERIFICHE**

lb<=Ith<=Iz	0,32	<=	10	<=	24,60	OK
CdT max<=CdT lim.	0,13	<=	5	OK		
Icc<=Pdl	10	<=	10	OK		
i <sup>2</sup> t<=K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	2,76E-02	<=	7,36E+05	OK		

**INTERRUTTORE**

Corrente nominale	Ith [A]	10
Curva sganciatore		C
Potere di interruzione	Pdl [kA]	10

	dist. (m)	L (m)	P L1 (W)	P L2 (W)	P L3 (W)	S L1 (mm2)	S L2 (mm2)	S L3 (mm2)	S N (mm2)	CdT L1 (%)	CdT L2 (%)	CdT L3 (%)
QBT1	0	0	70	70	70					0,00	0,00	0,00
C-006	35	35	70			6	6	6	6	0,02	0,02	0,02
C-008	70	105		70		6	6	6	6	-0,02	0,05	0,07
C-010	70	175			70	6	6	6	6	-0,02	0,03	0,13

Titolo **CALCOLO LINEE BT**

**Circ."D" QBT1 FE-NV16-1**

**DATI DI INGRESSO**

Tensione nominale (V)	Vn [V]	230
Sfasamento L1 - L2 (deg)	PhD1-2 [deg]	120
Sfasamento L1 - L3 (deg)	PhD1-3 [deg]	240
Fattore di potenza utenze	PF	0,95
Distribuzione carichi	LN	
Corrente di cortocircuito 3F	Icc [kA]	10
Cdt limite max	CdT lim. [%]	5

**LINEA**

Tipologia cavo	MultiCore	
Materiale cavo	Copper	
Tipo di isolante dei cavi	EPR	
Coeff. per verific. CTO	K	143
Rif. Tab. CEI-UNEL		35023-12
Fattore di riduzione (Portata di corrente)		0,60
Formazione	LLLN	
Temperatura ambiente		20

**RISULTATI**

IL1 inizio linea (A)	lb (L1) [A]	0,32
IL2 inizio linea (A)	lb (L2) [A]	0,32
IL3 inizio linea (A)	lb (L3) [A]	0,32
IN inizio linea (A)	lb (N) [A]	0,00
I max inizio linea (A)	lb max [A]	0,32
Sezione minima	S min [mm <sup>2</sup> ]	6
Portata di corrente nominale	Iz0 (A)	41
Portata di corrente	Iz (A)	24,60
CdT	CdT max [%]	0,14
Integrale di Joule	I <sup>2</sup> t [A <sup>2</sup> s]	2,76E-02
	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> [A <sup>2</sup> s]	7,36E+05

**VERIFICHE**

lb<=Ith<=Iz	0,32	<=	10	<=	24,60	OK
CdT max<=CdT lim.	0,14	<=	5	OK		
Icc<=Pdl	10	<=	10	OK		
I <sup>2</sup> t<=K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	2,76E-02	<=	7,36E+05	OK		

**INTERRUTTORE**

Corrente nominale	Ith [A]	10
Curva sganciatore		C
Potere di interruzione	Pdl [kA]	10

	dist. (m)	L (m)	P L1 (W)	P L2 (W)	P L3 (W)	S L1 (mm2)	S L2 (mm2)	S L3 (mm2)	S N (mm2)	CdT L1 (%)	CdT L2 (%)	CdT L3 (%)
QBT1	0	0	70	70	70					0,00	0,00	0,00
D-007	60	60	70			6	6	6	6	0,03	0,03	0,03
D-009	70	130		70		6	6	6	6	0,00	0,06	0,08
D-011	70	200			70	6	6	6	6	-0,01	0,04	0,14



**ALLEGATO 02**  
**TABELLA CAVI**



DISTRIBUZIONE PRINCIPALE									DISTRIBUZIONE TERMINALE		
SIGLA CIRCUITO	DA	A	DESCRIZIONE UTENZA	TIPO CAVO	FORMAZIONE	LUNGHEZZA [m]	CONFIGURAZIONE LINEA	MODALITA' DI POSA	TIPO CAVO	FORMAZIONE	MODALITA' DI POSA
NV16 - Asse 1											
A	QBT	Apparecchi illuminanti viabilità	ALIMENTAZIONE LINEA A	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	4x6	150	Dorso-radiale	Cavidotto interrato	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	2x2,5	Interno palo di sostegno
B	QBT	Apparecchi illuminanti viabilità	ALIMENTAZIONE LINEA B	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	4x6	110	Dorso-radiale	Cavidotto interrato	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	2x2,5	Interno palo di sostegno
C	QBT	Apparecchi illuminanti viabilità	ALIMENTAZIONE LINEA C	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	4x6	175	Dorso-radiale	Cavidotto interrato	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	2x2,5	Interno palo di sostegno
D	QBT	Apparecchi illuminanti viabilità	ALIMENTAZIONE LINEA D	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	4x6	200	Dorso-radiale	Cavidotto interrato	FG16OR16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3	2x2,5	Interno palo di sostegno