

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. Natale Lanza	Ing. Piergiorgio GRASSO Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE LUCE E FORZA MOTTRICE

#### Galleria Telese – Relazione di calcolo dell'impianto di terra

APPALTATORE	SCALA:
<b>IMPRESA PIZZAROTTI &amp; C. S.p.A.</b> DIRETTORE TECNICO Duilio ORTEGONICO Balzo 23/06/2020 	-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.  
 I F 2 6    1 2    E    Z Z    C L    L F 0 1 0 0    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	F. Mantelli	24/02/2020	G. Rossetti	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	Ing. N. Lanza
B	Revisione per istruttoria	F. Mantelli	23/06/2020	G. Rossetti	23/06/2020	P. Grasso	23/06/2020	

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CRITERI PROGETTUALI.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>COSTITUZIONE DELL’IMPIANTO .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1</b>	<b>SCELTA DEI PARAMETRI PROGETTUALI.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2</b>	<b>CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE LATO NORD .....</b>	<b>7</b>
5.2.1	CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE ESTERNO CABINA MT/BT LATO NORD .....	7
5.2.2	CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE INTERNO CABINA MT/BT LATO NORD .....	8
5.2.3	CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA DI PICCHETTI VERTICALI.....	8
<b>5.3</b>	<b>VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO .....</b>	<b>9</b>
<b>5.4</b>	<b>CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE LATO SUD.....</b>	<b>10</b>
5.4.1	CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE ESTERNO CABINA MT/BT LATO SUD .....	10
5.4.2	CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE INTERNO CABINA MT/BT LATO SUD .....	10
5.4.3	CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE POSATO ATTORNO AL FABBRICATO DI CONSEGNA ENEL 11	
5.4.4	CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA DI PICCHETTI VERTICALI.....	11
<b>5.5</b>	<b>VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO .....</b>	<b>12</b>

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>LUCE E FORZA MOTRICE</b> <b>Galleria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>LF0100 001</td> <td>B</td> <td>3 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	3 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	3 di 13								

## 1 PREMESSA E SCOPO

Nell’ambito degli interventi di potenziamento del collegamento ferroviario Napoli-Bari è prevista la realizzazione di un nuovo tracciato a doppio binario in variante, dalla stazione di Frasso Telesino fino alla stazione di Vitulano.

Il tracciato sarà interessato dalla presenza di numerose opere civili, tra cui la galleria Telese, della lunghezza complessiva di circa 2850m. Visto il notevole sviluppo di tale opera, nel rispetto delle Norme per la sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie con particolare riferimento alla specifica:

- RFI DPRIM STC IFS LF610 C - Miglioramento della sicurezza in galleria – Impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1000m

Per l’alimentazione degli impianti all’interno della stessa verranno realizzate due cabine di trasformazione MT/BT disposte agli imbocchi, ciascuna dimensionata per alimentare l’intero carico elettrico, in modo da garantire la completa ridondanza di alimentazione. Le due cabine saranno alimentate da fonti distinte (consegne MT ENEL), in modo da garantire il pieno funzionamento degli impianti anche in caso di black-out di una fonte di alimentazione. Inoltre entrambe saranno dotate di dispositivo di alimentazione di emergenza (Gruppo Elettrogeno) dimensionato in maniera tale da poter garantire l’alimentazione di tutti i carichi “preferenziali” di piazzale.

L’impianto SUD della galleria sarà costituito da un fabbricato di consegna ENEL e da un Fabbricato Tecnologico contenente, tra l’altro, un quadro di Media Tensione, le apparecchiature di trasformazione 20/0,4kV per gli impianti di piazzale, le apparecchiature di trasformazione 20/1kV per l’alimentazione degli impianti di galleria ed i relativi quadri di distribuzione.

Mentre l’imbocco NORD sarà alimentato in Media Tensione direttamente dal quadro MT della stazione di Telese. Il piazzale NORD sarà quindi costituito da un Fabbricato Tecnologico contenente, tra l’altro, un quadro di Media Tensione, le apparecchiature di trasformazione 20/0,4kV per gli impianti di piazzale, le apparecchiature di trasformazione 20/1kV per l’alimentazione degli impianti di galleria ed i relativi quadri di distribuzione.

Ogni piazzale, dove saranno ubicati i fabbricati tecnologici, sarà dotato di un dispersore di terra costituito da una maglia realizzata con corda di rame nuda sezione 120 mm<sup>2</sup> posata lungo il perimetro dei fabbricati e dei relativi collegamenti tra gli stessi, interrata da dispersori verticali di terra.

Scopo del presente documento è quello di riportare le modalità di progettazione, le indicazioni e le prescrizioni per il dimensionamento di tali impianti di terra, con riferimento a sistemi elettrici di categoria II.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>LUCE E FORZA MOTRICE</b> <b>Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>LF0100 001</td> <td>B</td> <td>4 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	4 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	4 di 13								

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per l'esecuzione del presente progetto sono state adottate le Norme CEI nella loro edizione più recente nonché le NT, Istruzioni e Circolari RFI vigenti, delle quali si elencano qui di seguito le principali:

- Norma CEI 0-16: “Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell’energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV”
- Norma CEI EN50119 (9.2): “Linee di Trazione Elettrica”;
- Norma CEI EN50122-1 (9.6): “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse; Parte 1a: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra”;
- Norma CEI 99-3 (EN50522): “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”
- Norma CEI 11-17: “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norma CEI EN60865-1 (11-26): “Correnti di corto circuito – Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo”;
- D. Lgs. 09/04/08 n.81: “Testo Unico sulla sicurezza”.

Inoltre, si devono considerare prescrizioni di Enti Locali (USL, VVFF, Ispettorato del Lavoro) per quanto possibile applicabili.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d’arte e nel rispetto della sicurezza.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>LUCE E FORZA MOTRICE</b> <b>Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 001	REV. B	FOGLIO 5 di 13

### 3 CRITERI PROGETTUALI

L’impianto di messa a terra in oggetto è destinato a realizzare il sistema di protezione dai contatti indiretti denominato “Protezione mediante interruzione automatica dell’alimentazione”, che è il solo metodo ammesso per gli impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I.

L’impianto dovrà essere realizzato nel rispetto della Norma CEI EN50522 che ha sostituito definitivamente la norma CEI 11-1 dal 1° novembre 2013.

Nei sistemi di II e III categoria il progetto dell’impianto di terra deve soddisfare le seguenti esigenze:

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni di contatto e le tensioni di passo che si manifestano a causa delle correnti di guasto a terra
- Presentare una sufficiente resistenza meccanica
- Presentare una sufficiente resistenza nei confronti della corrosione
- Essere in grado di sopportare termicamente le più elevate correnti di guasto prevedibili

Le prestazioni devono essere garantite per ciascuno dei diversi livelli di tensione presenti nel sistema MT e BT. Nella cabina sarà presente il sistema di II categoria con neutro isolato, destinato alla alimentazione MT della medesima.

Al fine di garantire la protezione contro i contatti indiretti le masse metalliche che necessitano di collegamento a terra, saranno collegate direttamente e stabilmente al collettore di terra.

Il collegamento a terra deve essere effettuato per il tramite di un apposito dispersore, avente caratteristiche tali da garantire che le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono sulle masse metalliche durante il guasto si mantengano al di sotto dei valori massimi ammessi.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>LUCE E FORZA MOTRICE</b> <b>Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 001	REV. B	FOGLIO 6 di 13

## 4 COSTITUZIONE DELL’IMPIANTO

Per realizzare l’impianto disperdente, in relazione alle esigenze funzionali, alla geometria dei due fabbricati ed alla posizione relativa, si è scelto di interconnettere il dispersore del fabbricato Cabina MT/BT con quello del fabbricato di consegna ENEL mediante due conduttori isolati da 120 mm<sup>2</sup>, realizzando di fatto un impianto di terra unico.

Il sistema disperdente sarà composto dai seguenti elementi:

### Dispersore Cabina MT/BT

- Anello perimetrale esterno, interrato a 1,2 m di profondità lungo il perimetro del piazzale della Cabina MT/BT;
- Anello perimetrale interno, interrato a 0,6 m di profondità attorno al fabbricato Cabina MT/BT;
- Sistema di dispersori verticali a picchetto in numero idoneo a ottenere la limitazione delle tensioni di contatto.

### Dispersore Fabbricato ENEL

- Anello perimetrale interrato a 0,6 m di profondità attorno al fabbricato di consegna ENEL;
- Sistema di dispersori verticali a picchetto in numero idoneo a ottenere la limitazione delle tensioni di contatto.
- Collegamento tra l’anello perimetrale del fabbricato Cabina MT/BT e l’anello perimetrale del fabbricato di consegna ENEL mediante corde di terra nude direttamente interrate sezione 1x120 mm<sup>2</sup>.

Il calcolo rigoroso della resistenza di terra per un impianto così configurato richiede un approccio analitico molto complesso, in quanto i dispersori dei due fabbricati non si possono considerare indipendenti tra loro ma si influenzano reciprocamente, tuttavia si può pensare di valutare, in prima approssimazione, la resistenza totale come parallelo tra le resistenze di ciascuno dei suindicati fabbricati.

All’interno di ciascun locale verrà realizzato uno o più nodi equipotenziali a cui collegare le masse metalliche di cabina tramite cavo in rame di sezione pari a 120 mm<sup>2</sup>. L’installazione a parete dei nodi equipotenziali e delle relative derivazioni alle masse metalliche dovrà essere realizzata mediante interposizione di distanziali in resina autoestinguente, a loro volta fissati a parete con viti in acciaio e tasselli in PVC. Ai suddetti nodi saranno realizzati almeno i seguenti collegamenti equipotenziali:

- Centro stella trasformatori;
- Barra di terra Quadro Generale di Bassa Tensione;
- Barra di terra Quadro di Media Tensione.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>LUCE E FORZA MOTRICE</b> <b>Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 001	REV. B	FOGLIO 7 di 13

## 5 DIMENSIONAMENTO

### 5.1 SCELTA DEI PARAMETRI PROGETTUALI

I parametri significativi al fine del dimensionamento del dispersore di terra sono il tempo  $t$  d'intervento delle protezioni sul sistema, la resistenza di terra  $R_{tot}$  del dispersore medesimo e la corrente di terra  $I_t$  dispersa, funzione della corrente di guasto totale  $I_g$ .

In mancanza di informazioni specifiche, come proposto dalla Norma CEI 0-16, per la corrente di guasto ed il tempo di intervento delle protezioni si assumono i valori:

$$t = 10 \text{ s};$$

$$I_g = 50 \text{ A};$$

che andranno poi confermati in fase di Progettazione Esecutiva.

Per la determinazione della resistenza di terra  $R_{tot}$  del dispersore è essenziale conoscere il valore della resistività del terreno; in questa fase si è assunto il valore prudenziale

$$\rho = 100 \Omega\text{m}$$

Anche in questo caso sarà necessario effettuare le verifiche strumentali per confermare o correggere il valore attribuito a tale parametro.

### 5.2 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE LATO NORD

La resistenza di terra dell'intero sistema disperdente può essere calcolata come parallelo delle resistenze dei singoli sistemi componenti, ossia dei dispersori lineari perimetrali (esterno ed interno) e dei dispersori verticali a picchetto.

#### 5.2.1 CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL'ANELLO PERIMETRALE ESTERNO CABINA MT/BT LATO NORD

Il dispersore perimetrale esterno costituito, come detto, da corda nuda in rame sez. 120 mm<sup>2</sup> interrata a profondità di 1,2 m rispetto al piano di calpestio del piazzale, avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Lunghezza:  $L \approx 50\text{m}$
- Larghezza:  $L \approx 12\text{m}$
- Perimetro:  $P \approx 124\text{m}$
- Area:  $A \approx 600\text{m}^2$

La resistenza di terra di un dispersore così costituito può essere calcolata con la seguente formula:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>LUCE E FORZA MOTTRICE</b> <b>Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 001	REV. B	FOGLIO 8 di 13

$$R_{a1} = \frac{\rho}{\pi^2 D_a} \ln \frac{2\pi D_a}{d_a};$$

nella quale i vari termini assumono i seguenti significati:

- $\rho$  [ $\Omega$ m] = 100: Resistività del terreno;
- $D_a$  [m] = 27,65 Diametro del cerchio di area equivalente al dispersore ad anello;
- $d_a$  [m] = 0,01236 Diametro del conduttore.

Sostituendo tali valori nella precedente formula si ottiene, per la resistenza di terra, il valore:

$$R_{a1} = 3,5 \Omega$$

### 5.2.2 CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE INTERNO CABINA MT/BT LATO NORD

Il dispersore perimetrale interno, come detto, da corda nuda in rame sez.120mmq interrata a profondità di 0,6m rispetto al piano di calpestio del piazzale, avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Lunghezza:  $L \approx 48$ m
- Larghezza:  $L \approx 10$ m
- Perimetro:  $P \approx 116$ m
- Area:  $A \approx 480$ m<sup>2</sup>

Impiegando la formula riportata al paragrafo precedente, con:

- $\rho$  [ $\Omega$ m] = 100: Resistività del terreno;
- $D_a$  [m] = 24,7 Diametro del cerchio di area equivalente al dispersore ad anello;
- $d_a$  [m] = 0,01236 Diametro del conduttore.

Si ha:

$$R_{a2} = 3,87 \Omega$$

### 5.2.3 CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA DI PICCHETTI VERTICALI

Il dispersore lineare, come detto, sarà integrato da un sistema di dispersori verticali a picchetto, costituiti da aste in acciaio ramato infisse nel terreno e collegate al dispersore lineare a mezzo di capocorda in rame bullonati ad appositi collari fissati all’estremità dei picchetti.

I suddetti picchetti, in numero totale di 13, avranno le seguenti caratteristiche geometriche:

- $L_p$  [m] = 6,0: Lunghezza complessiva del picchetto;
- $D_p$  [mm] = 25: Diametro del picchetto.

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>LUCE E FORZA MOTTRICE Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 001	REV. B	FOGLIO 9 di 13

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

La quale, sostituendo i valori precedentemente esposti, fornisce il valore:

$$R_{p1} = 18,22 \Omega$$

Considerando il parallelo dei n°13 picchetti la resistenza complessiva del dispersore verticale assume il valore:

$$R_{pp1} = R_{p1} / N = 18,22 / 13 = 1,4 \Omega$$

La resistenza complessiva dell’impianto disperdente di cabina varrà dunque:

$$R_{TC} = \frac{1}{\frac{1}{R_{a1}} + \frac{1}{R_{a2}} + \frac{1}{R_{p1}}}$$

$$R_{Tot} = 0,79 \Omega$$

I collegamenti tra i dispersori ed i nodi di terra dovranno essere derivati in corrispondenza dei due picchetti più vicini e saranno realizzati con cavo (FG17 colore giallo-verde) in rame di sezione pari a 120mm<sup>2</sup>.

### 5.3 VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che in qualsiasi punto dell’impianto le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono con la corrente di guasto I<sub>g</sub> siano superiori ai valori della seguente tabella:

Condizioni di breve durata (EN50522)

Tempo elimin. Guasto [s]	Tensione [V]
0,05	716
0,10	654
0,20	537
0,50	220
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85

Nel caso in esame (tempo di intervento delle protezioni pari a 10s), il valore da non superare è pari a U<sub>tp</sub> 85V.

Con gli altri valori precedentemente forniti risulta:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>LUCE E FORZA MOTTRICE</b> <b>Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 001	REV. B	FOGLIO 10 di 13

$$V_c = I_g \cdot R_{Tot} = 39,77 \text{ V};$$

In base ai risultati ottenuti si evince che:

$$V_c = 39,77V < U_{TP}$$

L’impianto di terra in esame rientra nelle condizioni richieste dalla norma.

## 5.4 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE LATO SUD

La resistenza di terra dell’intero sistema disperdente può essere calcolata come parallelo delle resistenze dei singoli sistemi componenti, ossia dei dispersori lineari perimetrali (esterno ed interno) e dei dispersori verticali a picchetto.

### 5.4.1 CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE ESTERNO CABINA MT/BT LATO SUD

Il dispersore perimetrale esterno costituito, come detto, da corda nuda in rame sez.120 mm<sup>2</sup> interrata a profondità di 1,2 m rispetto al piano di calpestio del piazzale, avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Lunghezza:  $L \approx 29\text{m}$
- Larghezza:  $L \approx 13\text{m}$
- Perimetro:  $P \approx 84\text{m}$
- Area:  $A \approx 377\text{m}^2$

La resistenza di terra di un dispersore così costituito può essere calcolata con la seguente formula:

$$R_{a1} = \frac{\rho}{\pi^2 D_a} \ln \frac{2\pi D_a}{d_a};$$

nella quale i vari termini assumono i seguenti significati:

- $\rho$  [ $\Omega\text{m}$ ] = 100: Resistività del terreno;
- $D_a$  [m] = 22 Diametro del cerchio di area equivalente al dispersore ad anello;
- $d_a$  [m] = 0,01236 Diametro del conduttore.

Sostituendo tali valori nella precedente formula si ottiene, per la resistenza di terra, il valore:

$$R_{a1} = 4,31 \Omega$$

### 5.4.2 CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE INTERNO CABINA MT/BT LATO SUD

Il dispersore perimetrale interno, come detto, da corda nuda in rame sez.120mm<sup>2</sup> interrata a profondità di 0,6m rispetto al piano di calpestio del piazzale, avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Lunghezza:  $L \approx 24\text{m}$

**LUCE E FORZA MOTRICE**

**Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	11 di 13

- Larghezza:  $L \approx 10\text{m}$
- Perimetro:  $P \approx 68\text{m}$
- Area:  $A \approx 240\text{m}^2$

Impiegando la formula riportata al paragrafo precedente, con:

- $\rho$  [ $\Omega\text{m}$ ] = 100: Resistività del terreno;
- $D_a$  [m] = 17,5 Diametro del cerchio di area equivalente al dispersore ad anello;
- $d_a$  [m] = 0,01236 Diametro del conduttore.

Si ha:

$$R_{a2} = 5,27 \Omega$$

#### 5.4.3 CALCOLO DELLA RESISTENZA DELL’ANELLO PERIMETRALE POSATO ATTORNO AL FABBRICATO DI CONSEGNA ENEL

Impiegando la stessa formula già descritta al paragrafo 5.2.1, ma con le dimensioni caratteristiche del fabbricato consegna ENEL di seguito riportate, si ottiene:

$$R_{a3} = \frac{\rho}{\pi^2 D_a} \ln \frac{2\pi D_a}{d_a}$$

- Lunghezza:  $L \approx 8\text{m}$
- Larghezza:  $L \approx 10\text{m}$
- Perimetro 36 m
- Area 80 m<sup>2</sup>
- $D_a = 10\text{ m}$  Diametro del cerchio di area equivalente al dispersore ad anello
- $d_a = 0,006181954$  Diametro del conduttore (corda di rame nuda da 120 mm<sup>2</sup>)

$$R_{a3} = 8,58 \Omega$$

#### 5.4.4 CALCOLO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA DI PICCHETTI VERTICALI

Il dispersore lineare, come detto, sarà integrato da un sistema di dispersori verticali a picchetto, costituiti da aste in acciaio ramato infisse nel terreno e collegate al dispersore lineare a mezzo di capocorda in rame bullonati ad appositi collari fissati all’estremità dei picchetti.

I suddetti picchetti, in numero totale di 16, avranno le seguenti caratteristiche geometriche:

- $L_p$  [m] = 6,0: Lunghezza complessiva del picchetto;
- $D_p$  [mm] = 25: Diametro del picchetto.

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

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>LUCE E FORZA MOTRICE Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>LF0100 001</td> <td>B</td> <td>12 di 13</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	12 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	12 di 13								

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

La quale, sostituendo i valori precedentemente esposti, fornisce il valore:

$$R_{p1} = 18,22 \Omega$$

Considerando il parallelo dei n°16 picchetti la resistenza complessiva del dispersore verticale assume il valore:

$$R_{pp1} = R_{p1} / N = 18,22 / 16 = 1,14 \Omega$$

La resistenza complessiva dell’impianto disperdente di cabina varrà dunque:

$$R_{TC} = \frac{1}{\frac{1}{R_{a1}} + \frac{1}{R_{a2}} + \frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_{p1}}}$$

$$R_{Tot} = 0,7 \Omega$$

I collegamenti tra i dispersori ed i nodi di terra dovranno essere derivati in corrispondenza dei due picchetti più vicini e saranno realizzati con cavo (FG17 colore giallo-verde) in rame di sezione pari a 120mm<sup>2</sup>.

## 5.5 VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che in qualsiasi punto dell’impianto le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono con la corrente di guasto I<sub>g</sub> siano superiori ai valori della seguente tabella:

Condizioni di breve durata (EN50522)

Tempo elimin. Guasto [s]	Tensione [V]
0,05	716
0,10	654
0,20	537
0,50	220
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85

Nel caso in esame (tempo di intervento delle protezioni pari a 10s), il valore da non superare è pari a U<sub>tp</sub> 85V.

Con gli altri valori precedentemente forniti risulta:

**LUCE E FORZA MOTRICE**

**Galeria Telese – Relazione di calcolo dell’impianto di terra**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	LF0100 001	B	13 di 13

$$V_c = I_g \cdot R_{Tot} = 36,3 \text{ V};$$

In base ai risultati ottenuti si evince che:

$$V_c = 35,31 \text{ V} < U_{TP}$$

L'impianto di terra in esame rientra nelle condizioni richieste dalla norma.