

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



## PROGETTO ESECUTIVO

### PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA

IMPIANTI LFM  
STAZIONE POLITEAMA

Relazione impianto di terra

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
RS72	01	E	ZZ	RH	LF0600	001	A

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)



PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)

Sab (Mandante)

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato/Data
A	Emissione a seguito Istruttoria Italferr	A. Cantini	12/09/11	Piccirillo	13/09/11	Esposito 19/09/11

Nole del file:	RS7201EZZRHLF0600001A .doc	n: Elab.
----------------	----------------------------	----------

APPALTATORE				ATI DI PROGETTAZIONE						
				(Mandataria) Sab (Mandante)  						
<b>CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO  NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA</b>										
<b>Relazione impianto terra</b>	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. LF060 0	PROG. DOC. 001	REV A	Pag. <b>2 di 7</b>	

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DELLA FERMATA.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA DI CABINA.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>DATI DI PROGETTO.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA .....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>CALCOLO DELLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO .....</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE DI TERRA.....</b>	<b>7</b>

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione impianto terra	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. LF060 0	PROG. DOC. 001	REV A	Pag. <b>3 di 7</b>	

## 1 SCOPO

Lo scopo di questo documento è il dimensionamento dell'impianto di terra della cabina MT/BT che alimenta le utenze della Stazione di Politeama.

## 2 NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI EN 50122-1: Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
- CEI EN 50122-2: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi. Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua.
- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2009, n. 106 in materia di tutela della salute e della sicurezza sui luoghi di lavoro".
- L. 1/3/1968, n.186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici".
- L. 18/10/77 N.791 "Direttiva per il materiale elettrico di bassa tensione"
- D.M 22 gennaio 2008, n.37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11- quaterdecies, comma 13, lett. a) della Legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)					
										
<b>CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA</b>										
<b>Relazione impianto terra</b>	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. LF060 0	PROG. DOC. 001	REV A	Pag. <b>4 di 7</b>	

### 3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE DELLA FERMATA

La fonte di energia per tutti gli apparati elettrici della Stazione di Politeama è costituita da linea in cavo di alimentazione elettrica MT di nuova realizzazione, in corrispondenza di fornitura ENEL MT che si attesta nella Cabina MT/BT a servizio della Fermata. All'interno della vano utente della Cabina MT/BT, la fornitura MT sarà trasformata in BT a mezzo di n. 2 trasformatori in resina MT/BT di potenza pari a 1250kVA (uno di riserva all'altro) e dai trafi vengono derivate le linee in cavo BT (FG7M1 0,6/1 kV 3x8x(1x300)+4x300mm<sup>2</sup>) che vanno ad alimentare il quadro generale BT QG-T1 della Cabina MT/bt, da cui partono le dorsali di alimentazione delle utenze BT di Fermata.

La cabina elettrica sarà equipaggiata con un quadro MT, denominato QMT: il quadro QMT sarà alimentato in ingresso da linea in cavo 20 kV proveniente da fornitura ENEL MT e sarà destinato ad alimentare

- n. 1 trasformatore 20/0,4 kV di potenza pari a 1250 kVA (TR1);
- n. 1 trasformatore 20/0,4 kV di potenza pari a 1250 kVA (TR2) in riserva a TR1.

Il trasformatore (TR1) alimenterà il quadro generale bassa tensione di cabina QG-T1, da cui sono derivati anche i quadri di zona QG-T2 e QG-P.

### 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA DI CABINA

L'impianto di terra, relativo al Fabbricato Cabina MT/BT della Fermata di Libertà, sarà costituito come di seguito descritto.

#### 1 - Anello perimetrale esterno

Perimetralmente ai locali tecnologici del piano mezzanino, ad una distanza di circa 1,5 m dai muri e a una profondità di circa 1 m, sarà posato un dispersore ad anello realizzato con una corda nuda in rame, di sezione pari a 1x120 mm<sup>2</sup>, integrata da 9 picchetti a croce o palina in acciaio ramato, di lunghezza pari a 1,5 m - sez. cm. 0,05x0,05 oppure diam.20mm, posati all'interno di pozzetti ispezionabili a quota strada, provvisti di chiusino e cartello monitore omologato.

Da ciascuno dei picchetti a quota strada avrà origine la connessione dell'impianto di terra disperdente ai ferri di fondazione dei vari locali tecnologici così da realizzare l'equalizzazione del potenziale di terra alle masse estranee; tale connessione sarà realizzata in corda di terra in rame di sezione pari a 1x50mm<sup>2</sup>, posata all'interno di una tubazione in materiale isolante (PVC) ø63.

#### 2 - Barra collettrice interna

All'interno del locale cabina, in posizione perimetrale, sarà realizzato un conduttore di terra in piattina di rame, sezione 50x3 mm, al quale saranno collegati:

- dispersore di terra intenzionale costituito da corda nuda in rame, in posa interrata perimetralmente ai locali tecnologici al piano mezzanino, di sezione pari a 1x120mm<sup>2</sup>;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)					
										
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione impianto terra	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. LF060 0	PROG. DOC. 001	REV A	Pag. 5 di 7	

- la maglia di terra costituita da corda nuda in rame 120mmq per i locali cabina MT/BT, ENEL, misure, GE e da corda nuda in rame 50mmq per i restanti locali;
- il collegamento equipotenziale con il quadro QMT a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 95mm<sup>2</sup>;
- il collegamento equipotenziale con il trasformatore MT/bt TR1 a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 95mm<sup>2</sup>;
- il collegamento equipotenziale con il trasformatore MT/bt TR2 a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 95mm<sup>2</sup>;
- il collegamento equipotenziale con il quadro QG-T1 a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 95mm<sup>2</sup>;
- il collegamento equipotenziale con il quadro QG-T2 a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 95mm<sup>2</sup>;
- il collegamento equipotenziale con il quadro QG-P a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 95mm<sup>2</sup>;
- la treccia in rame nudo (120mmq) perimetrale, interna al locale Cabina MT/bt e fissata su isolatori;
- il collegamento ai ferri di fondazione, a mezzo di conduttore in rame Giallo/Verde di sezione pari a 1x50mm<sup>2</sup>.

## 5 DATI DI PROGETTO

Sono stati assunti, per il dimensionamento e la verifica degli impianti, i seguenti valori di progetto:

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| - Corrente di guasto monofase a terra | I <sub>g</sub> =200 A |
| - Tempo di eliminazione del guasto    | t=0.2 s               |
| - Resistività media del terreno       | ρ=100 Ωm-(200 Ωm)     |

I dati dimensionali relativi al dispersore di terra sono:

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| - Sezione corda di terra in rame  | S1= 120 mm <sup>2</sup> |
| - Diametro corda di terra in rame | d= 0,01380 m            |
| - Lato corto dell'anello          | a1= 18 m                |
| - Lato lungo dell'anello          | b1= 23 m                |
| - Perimetro                       | P1= 83 m                |
| - Area                            | A1= 267 m <sup>2</sup>  |
| - Profondità di posa              | h1= 1 m                 |
| - Diametro cerchio equivalente    | De1=35,53 m             |
| - Numero picchetti                | n=7                     |
| - Lunghezza picchetti             | l=1,5 m                 |
| - Diametro picchetti              | d=0,020 m               |

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)					
										
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione impianto terra	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. LF0600	PROG. DOC. 001	REV A	Pag. 6 di 7	

## 6 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA

Rif. Norme CEI 11.1 – Allegato K

Il valore della resistenza di terra del dispersore ad anello delle Cabine MT/bt è valutato come segue:

$$R_{ta} = \frac{\rho}{\pi^2 D e} \cdot \ln \left( \frac{2\pi D e}{d} \right) = 2,77\Omega - (5,54\Omega) \quad (\text{C..E.I. 11-1 ; K.1})$$

La resistenza di terra del singolo picchetto risulta:

$$R_p = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \ln \left( \frac{4l}{d} \right) = 61\Omega - (122\Omega) \quad (\text{C..E.I. 11-1 ; K.2})$$

La resistenza dei picchetti sarà dunque:

$$R_{tp} = R_p / 7 = 9\Omega - (18\Omega)$$

La resistenza  $R_i$  offerta dal dispersore della Cabina MT/BT sarà data dal parallelo della resistenza  $R_{ta}$  dell'anello con la resistenza  $R_{tp}$  dei picchetti di terra.

$$R_{T1} = R_{ta} \parallel R_{tp} = 2,12\Omega - (4,24\Omega)$$

Nota. Tra parentesi i valori con  $\rho=200 \Omega m$

## 7 CALCOLO DELLE TENSIONI DI CONTATTO E DI PASSO

In base alla Norma CEI 11-1 il valore ammissibile della tensione di contatto  $U_{tp}$ , per un tempo di intervento delle protezioni pari a 0.2 s è di 500 V.

Perché l'impianto sia conforme alla Norma si deve verificare che la tensione totale di terra  $U_e$  sia inferiore o uguale alla  $U_{tp}$ .

Si ha dunque:

$$\square \text{ Tensione totale di terra Cabina MT/BT: } U_e = I_g \times R_T$$

$$\text{per } \rho=100 \Omega m \text{ si ha } U_{e1} = 200 \times 2,12 = 424 \text{ V} < 500 \text{ V}$$

$$\text{per } \rho=200 \Omega m \text{ si ha } U_{e1} = 200 \times 4,24 = 848 \text{ V} > 500 \text{ V}$$

Nel secondo caso, poiché  $U_{e1} > U_{tp}$  si deve procedere alla misura delle tensioni di passo e di contatto.

**Saranno comunque adottati i provvedimenti protettivi previsti dalla Norma CEI 11-1 all'Allegato D.**

Per le tensioni di passo si può assumere un valore massimo ammissibile pari a 3 volte il limite per le tensioni di contatto, per cui in accordo con la Norma CEI 11-1 paragrafo 9.9 si possono tralasciare le tensioni di passo e valutare il rispetto delle

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
<b>Relazione impianto terra</b>	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. LF060 0	PROG. DOC. 001	REV A	Pag. <b>7 di 7</b>	

condizioni di sicurezza solo per le tensioni di contatto.

## 8 VERIFICA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE DI TERRA

La sezione minima del conduttore di terra e del dispersore è calcolata, in accordo all'Allegato B della Norma CEI 11-1, con la seguente relazione:

$$A = \frac{I_g}{K} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{T_f + \beta}{T_i + \beta}}}$$

in cui

$I_g=200$  A

$t=0.2$  s

$K = 226$

$\beta =234,5$  °C

$T_i =20$  °C

$T_f =250$  °C

compressione.

Corrente di guasto a terra

Durata del guasto.

Costante dipendente dal materiale

Reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del conduttore (acciaio zincato).

Temperatura iniziale.

Temperatura finale quando si utilizzano giunzioni a

Dal calcolo risulta che la sezione del conduttore di terra non può essere inferiore ad  $A = 0,49$  mm<sup>2</sup> ed è pertanto verificata la sezione di 120 mm<sup>2</sup> adottata.