

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO

#### DISEGNO

#### SE03 - SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE

#### SSE PONTE

#### RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA

IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA	APPALTATORE	IMPIANTI DI TRAZIONE
 IL REVISORE Ing. A. CARLUCCI	 IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI	

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

I F 2 R   
 3 2   
 E   
 Z Z   
 C L   
 S E 0 0 0 0   
 0 0 1   
 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	C. GIORGI	29/06/2021	E. PEZZA	30/06/2021	A. CARLUCCI	30/06/2021	 IL PROGETTISTA A. FORCHINO 30/10/2021
B	REVISIONE A SEGUITO RDV	C. GIORGI	29/10/2021	E. PEZZA	30/10/2021	A. CARLUCCI	30/10/2021	

File: IF2R.3.2.E.ZZ.CL.SE.00.0.0.001.B.dwg

n. Elab.:

APPALTATORE: <b>TELESE</b> S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 2 di 22

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI</b>	<b>5</b>
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.2	RIFERIMENTI AD ELABORATI DI PROGETTO	6
2.3	CRITERI PROGETTUALI	6
<b>3</b>	<b>CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO</b>	<b>9</b>
3.1	IMPIANTO DI TERRA DI PIAZZALE	9
3.2	IMPIANTO DI TERRA DEL FABBRICATO	10
<b>4</b>	<b>DIMENSIONAMENTO</b>	<b>12</b>
4.1	CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE	12
4.2	VERIFICA DELL'IMPIANTO DISPERSORE PER GUASTI IN C.A.	14
4.2.1	Scelta dei parametri progettuali	14
4.2.2	Verifica della resistenza totale di terra.	15
4.3	VERIFICA DELL'IMPIANTO DISPERSORE PER GUASTI IN C.C.	16
4.3.1	Scelta dei parametri progettuali	16
4.3.2	Verifica della resistenza totale di terra.	17
4.3.3	Verifica delle tensioni di passo e di contatto	18
4.4	DIMENSIONAMENTO IN RELAZIONE ALLA CORROSIONE E ALLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE	19
4.5	DIMENSIONAMENTO COMPONENTI CON RIFERIMENTO AL COMPORTAMENTO TERMICO, CALCOLO DELLA CORRENTE NOMINALE DEI CONDUTTORI DI TERRA E DEI DISPERSORI	20
4.6	CONCLUSIONI	22

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA</b>	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	SE.00.0.0.001	B	3 di 22

## 1 PREMESSA E SCOPO

Nella presente relazione tecnica viene descritto il dimensionamento dell'impianto di terra da realizzarsi nell'area della nuova SSE di Ponte prevista sulla tratta Ponte - Vitulano nell'ambito della realizzazione della Nuova Linea Napoli-Bari.

La presente relazione illustra i criteri tecnici adottati per il progetto del suddetto impianto, ed indica le prescrizioni da adottare per realizzare un impianto che garantisca la sicurezza della vita umana e l'integrità dei componenti elettrici collegati al sistema.

La SSE di Ponte verrà costruita su di un'area di circa 3604m<sup>2</sup>, come si evince dall'elaborato:

- **IF2R 32 E ZZ D9 SE 0000003:** SSE Ponte – Piazzale di SSE / Impianto di terra.

Poiché nella suddetta sottostazione confluiscono sistemi elettrici di varie categorie, l'impianto di messa a terra oggetto della presente relazione tecnica dovrà soddisfare le esigenze di sicurezza di tutti i sistemi afferenti. Trattandosi inoltre di impianto ferroviario, verranno attuati i criteri progettuali previsti dalla normativa tecnica valida per gli impianti di trazione elettrica e, più in particolare, dalle Norme CEI citate nei successivi paragrafi.

Scopo della presente relazione è quello di fornire le soluzioni progettuali da adottare per la realizzazione dell'impianto di terra della nuova SSE. A tal fine saranno prese a riferimento le norme tecniche vigenti e verranno tenuti in debita considerazione anche i criteri progettuali e costruttivi di Italferr/RFI, dato il particolare carattere dell'impianto in oggetto.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE</b> <b>SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF2R</b>	<b>LOTTO</b> <b>3.2.E.ZZ</b>	<b>CODIFICA</b> <b>CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE.00.0.0.001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 22</b>

Le caratteristiche di dettaglio e la descrizione dei singoli elementi componenti sono desumibili dagli specifici elaborati grafici e tutte le prescrizioni tecniche desumibili dal Progetto Esecutivo.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 5 di 22

## 2 RIFERIMENTI

La presente relazione di calcolo, nonché tutta la documentazione progettuale che verrà successivamente citata, è conforme alle prescrizioni tecniche contenute nelle Norme CEI e le norme tecniche di RFI.

Nei punti seguenti vengono citati i principali documenti tecnici cui nel prosieguo della relazione verrà fatto esplicito od implicito riferimento.

### 2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- NT TE118: Norme Tecniche per la costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua a 3kV;
- RFI DMA IM LA SP IFS 370 A: Dispositivo di collegamento del negativo 3kVcc all'impianto di terra di SSE e cabine TE;
- Norme CEI EN50119 (9.2): Linee di Trazione Elettrica;
- Norme CEI EN50122-1 (9.6): Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse; Parte 1a: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;
- Norme CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norme CEI EN60865 -1 (11-26): Correnti di corto circuito – Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo;
- Istruzione FS C.3/70: Istruzione per il circuito di ritorno TE e per i circuiti di terra sulle linee elettrificate a 3kV;
- D.M. 22-1-2008 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE</b> <b>SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA</b>	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 6 di 22

- DL n°81 del 9.04.2008 concernente le procedure di attuazione per la sicurezza sul lavoro;
- ANSI / IEEE Std 80: Guide for Safety in AC Substation Grounding;

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

## 2.2 RIFERIMENTI AD ELABORATI DI PROGETTO

Per i riferimenti progettuali impliciti, sono stati presi in esame gli elaborati di progetto qui di seguito elencati:

- **IF2R 32 E ZZ DX SE 0000001:** SSE Ponte – Schema Elettrico Generale;
- **IF2R 32 E ZZ D9 SE 0000001:** SSE Ponte - Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout);
- **IF2R 32 E ZZ D9 SE 0000003:** SSE Ponte - Piazzale di SSE/Impianto di terra;
- **IF2R 32 E ZZ DB SE 0000003:** SSE Ponte - Fabbricato di SSE - Impianto di terra e Relé di massa

## 2.3 CRITERI PROGETTUALI

L'impianto di terra della nuova SSE di Ponte dovrà essere progettato secondo i riferimenti richiamati al punto precedente e soddisfare inoltre i seguenti requisiti:

- avere adeguata resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare, dal un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- essere in grado di evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto.

I parametri da prendere in considerazione nel dimensionamento degli impianti di terra sono quindi:

- Valore della corrente di guasto a terra;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 7 di 22

- Tempo di eliminazione del guasto a terra;
- Resistività del terreno.

In un impianto in cui sono presenti sistemi elettrici in Bassa e Media Tensione (secondo definizione CEI 50522 par. 3.1.3 e 3.1.4), le prescrizioni precedenti devono essere soddisfatte per ciascuno dei sistemi.

Non è necessario prendere in considerazione la contemporaneità di guasti in sistemi con tensioni diverse.

L'impianto di terra realizza la protezione dai contatti indiretti mediante il criterio di **"interruzione automatica dell'alimentazione"**, che è il solo metodo ammesso per gli impianti elettrici alimentati da sistemi in Alta Tensione.

Per attuare un'efficace protezione dai contatti indiretti, la normativa vigente prevede che tutte le masse del sistema siano collegate direttamente e stabilmente a terra.

Se una qualunque delle apparecchiature appartenenti a tali sistemi diviene sede di un guasto, può verificarsi il "tensionamento" indebito di masse e parti metalliche normalmente fuori tensione, con il conseguente pericolo di contatti indiretti.

È inoltre previsto un collegamento, attraverso un dispositivo cortocircuitatore, tra la rete di terra ed il circuito di ritorno TE. Tale dispositivo pone in continuità metallica, e quindi elettrica, l'impianto di terra con il binario nel caso in cui la differenza di potenziale tra i due circuiti superi un valore prefissato.

In questo modo il circuito di ritorno contribuisce a disperdere la corrente di guasto, limitando di conseguenza l'aliquota che fluisce attraverso la maglia di terra e di conseguenza limitando le tensioni pericolose che si generano.

Pertanto la rete di terra deve avere caratteristiche tali da garantire che le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono durante il guasto si mantengano, in ogni caso, al di sotto dei valori consentiti dalle norme. Per quanto riguarda il dispositivo cortocircuitatore, la specifica di riferimento è la:

- **RFI DMA IM LA SP IFS 370 A:** Dispositivo di collegamento del negativo 3kVcc all'impianto di terra di SSE e cabine TE.

Poiché poi all'interno del fabbricato esistono altri impianti elettrici utilizzatori, sia in MT che in bt, anche per essi occorrerà prevedere la messa a terra di sicurezza.

In relazione al fatto che il fabbricato e tutti gli impianti residenti cadono all'interno del piazzale di SSE e che pertanto non è possibile realizzare per essi impianti di terra elettricamente indipendenti dal precedente, l'impianto di messa a terra sarà **UNICO** e ad esso saranno collegate tutte le masse e le masse estranee delle apparecchiature presenti all'interno del fabbricato.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>																	
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.    SWS Engineering S.p.A.    SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</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>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SE.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>8 di 22</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	SE.00.0.0.001	B	8 di 22
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	SE.00.0.0.001	B	8 di 22													
<b>SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE</b>  <b>SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA</b>																		

In particolare saranno collegati direttamente al dispersore, per mezzo di conduttori di rame nudi, tutte le masse metalliche del piazzale (cioè le armature metalliche dei cavi, l'involucro del trasformatore d'isolamento, i tubi d'acciaio e tutte le altre eventuali masse metalliche accessibili poste all'interno dell'anello perimetrale della rete di terra).

Le masse metalliche all'interno del fabbricato saranno invece collegate al dispersore tramite appositi relè di massa, i quali hanno la funzione di comandare l'immediato intervento delle protezioni TE in caso di basso isolamento o guasto a terra.

Questo tipo di protezione aumenta di fatto il livello di sicurezza degli ambienti interni al fabbricato, dove è più frequente la presenza di operatori.

Tutte le masse metalliche che fuoriescono dall'area di piazzale quali tubazioni per l'allacciamento a servizi vari, potenzialmente pericolose perché potrebbero "portare" fuori dal piazzale tensioni pericolose in caso di guasto, andranno opportunamente isolate per mezzo di giunti isolanti.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 9 di 22

### 3 CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO

#### 3.1 IMPIANTO DI TERRA DI PIAZZALE

Così come riportato sull'elaborato grafico:

- **IF2R 32 E ZZ D9 SE 0000003:** SSE Ponte - Piazzale di SSE/Impianto di terra;

l'impianto di terra di piazzale sarà costituito essenzialmente da un dispersore orizzontale a rete magliata realizzata in corda di rame nudo da 120mm<sup>2</sup>, interrato a circa 60cm di profondità in corrispondenza delle zone interne di piazzale ed a circa 120cm di profondità in corrispondenza dell'anello perimetrale.

La sezione della corda di rame che costituisce il dispersore è ampiamente sovrabbondante rispetto a quella minima prescritta dalla normativa in relazione alle sollecitazioni termiche ed alla loro resistenza meccanica. Tuttavia essa viene normalmente impiegata negli impianti ferroviari, sia per la facile reperibilità del conduttore (corde portanti per TE) sia per tenere conto della eventualità che sui conduttori stessi si verifichino migrazioni di materiale per effetto delle corrosioni elettrolitiche prodotte dalle correnti vaganti.

La dimensione delle singole maglie sarà mediamente di 5x5m, in modo da realizzare una superficie pressoché equipotenziale su tutta l'area interessata dall'impianto. Lo sviluppo superficiale complessivo della rete, con particolare riferimento alla lunghezza del conduttore perimetrale, sarà oggetto di verifica nel presente calcolo.

L'impianto verrà integrato con dispersori verticali, costituiti da puntazze in acciaio ramato infisse nel terreno corredate di pozzetti ispezionabili e dai "dispersori di fatto" rappresentati dalle armature metalliche relative alle fondazioni sia del fabbricato sia delle apparecchiature di piazzale.

Le fondazioni delle strutture realizzate in cemento armato contribuiscono notevolmente alla dispersione delle correnti di guasto, a condizione di realizzare la continuità metallica tra le fondazioni ed il dispersore intenzionale. Ciò si ottiene collegando tra loro, con efficaci legature in fil di ferro o meglio con punti di saldatura forte, tutti i ferri d'armatura delle fondazioni durante la loro formazione.

Il numero, la collocazione e le dimensioni dei dispersori verticali verranno verificati nell'ambito del presente documento, trascurando, a titolo precauzionale, il contributo dei dispersori di fatto.

Oltre a presentare i valori di resistenza di terra tali da contenere le tensioni pericolose, l'impianto di terra dovrà essere tale da contenere al proprio interno tutte le apparecchiature che possono

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
<b>SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
<b>SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA</b>	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	SE.00.0.0.001	B	10 di 22

diventare sede di tensioni pericolose a seguito di guasto a terra. Inoltre per evitare che possano instaurarsi tensioni pericolose al suolo a ridosso del confine dell'area di SSE l'elemento disperdente più periferico dovrà trovarsi "abbondantemente" all'interno dell'area di SSE.

Pertanto il conduttore perimetrale risulterà circa 5m più interno rispetto alla recinzione dell'area, e presenterà un andamento il più possibile morbido e regolare, poiché la presenza di vertici o antenne favorirebbe lo stabilirsi di zone ad intensa attività disperdente, con conseguenze indesiderabili sul gradiente di potenziale che si stabilisce nel terreno.

Per lo stesso motivo gli elementi dei cancelli metallici di accesso al piazzale non saranno collegati alla rete di terra di sottostazione, ma saranno dotati di un dispersore proprio. Tale accorgimento si rende necessario per evitare l'instaurarsi di tensioni pericolose tra le masse metalliche dei cancelli e le eventuali masse esterne all'area di piazzale.

In caso di guasto, tanto la tensione di passo e che la tensione di contatto (definite dalla norma CEI EN 50522 cap. 3.4.14, 3.4.15, 3.4.16) possono assumere valori pericolosi nell'area di sottostazione e pertanto il progetto del dispersore verrà eseguito con particolare riferimento a questi valori.

Solo nelle zone periferiche, cioè in prossimità del conduttore perimetrale, le tensioni di passo possono assumere valori più elevati. Per fronteggiare questa evenienza, i conduttori perimetrali saranno interrati a profondità maggiore in modo da modificare il profilo del gradiente di potenziale.

Ad ogni buon conto, anche le tensioni di passo nella zona a ridosso della recinzione saranno oggetto di verifica.

### 3.2 IMPIANTO DI TERRA DEL FABBRICATO

Per quanto riguarda l'impianto di terra del fabbricato destinato al contenimento delle apparecchiature di sottostazione, la sua realizzazione consisterà in:

- installazione di un collettore di terra in piatto di rame 50x4mm in ogni locale, isolato dalle pareti;
- esecuzione delle derivazioni di terra, con piatto di rame 40x3mm, dalle masse metalliche fisse al collettore;
- installazione di un relè di massa di tipo elettromeccanico a parete (complementare a quelli di tipo elettronico a corredo delle celle blindate degli interruttori extrarapidi e dei filtri), montato su supporti isolanti all'interno della cella negativo;
- posa e collegamento di un doppio cavo in rame da 120mm<sup>2</sup>, dal relè di massa nella cella del negativo, sino alla rete di terra di piazzale;

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO</b> <b>3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>												
PROGETTAZIONE: Mandatario:      Mandante: <b>SYSTRA S.A.      SWS Engineering S.p.A.      SYSTRA-SOTECNI S.p.A.</b>	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE</b> <b>SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO 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>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>SE.00.0.0.001</td> <td>B</td> <td>11 di 22</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	SE.00.0.0.001	B	11 di 22
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	SE.00.0.0.001	B	11 di 22								

- installazione di un relè di massa di tipo elettromeccanico a parete montato su supporti isolanti all'interno di entrambe le celle gruppo e collegato alle masse metalliche delle apparecchiature interessate dalla corrente alternata, compresi anche gli schermi dei cavi del secondario del trasformatore;
- connessioni di continuità elettrica delle carpenterie mobili, con conduttori flessibili delle seguenti sezioni:
  - 50mm<sup>2</sup>, per la messa a terra dei pannelli mobili (ante di celle ed armadi);
  - 70mm<sup>2</sup>, per la messa a terra delle altre parti mobili, tipo aste di manovra.

L'installazione del collettore di terra e delle relative derivazioni alle masse metalliche dovrà essere opportunamente distanziata dalla parete mediante interposizione di distanziali in resina autoestingente, ed il fissaggio a parete dovrà essere eseguito con viti in acciaio e tasselli in PVC.

Le sbarre in rame dell'impianto di terra interno al fabbricato (collettore e relative derivazioni) dovranno essere verniciate sulle parti a vista, in GIALLO con strisce VERDI, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 12 di 22

## 4 DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento del dispersore è effettuato utilizzando i metodi e le formule di calcolo indicati dalla norma CEI EN50522 allegato J.

### 4.1 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE

Come mostrato dal citato elaborato:

- **IF2R 32 E ZZ D9 SE 0000003:** SSE Ponte - Piazzale di SSE/Impianto di terra;

Il dispersore di piazzale è costituito da una rete magliata di superficie pari a circa **2925mq**, con lato di magliatura mediamente pari a circa 5m.

Per la determinazione della resistenza di terra  $R_t$  del dispersore è essenziale conoscere il valore  $\rho_t$  della resistività del terreno. Poiché, alla data in cui viene compilata la presente relazione di progetto l'area che accoglierà la nuova SSE non è stata ancora definitivamente formata, non è stato possibile eseguire misure utili della resistività elettrica.

Per ultimare il dimensionamento abbiamo quindi assunto i valori misurati su un altri impianto in particolare la SSE di Maltignano sulla linea Ascoli-Porto di Ascoli la scelta è stata fatta in quanto riteniamo i terreni simili e i terreni sono entrambi realizzati con un riporto in parte in rilevato.

I valori trovati sono anche allineati alla tabella J.1 dell'allegato J (Norma CEI EN 50522):

**Tabella J.1 - Resistività del terreno per correnti alternate  
(Gamma dei valori che sono stati misurati frequentemente)**

Tipo di terreno	Resistività del terreno $\rho_E$ $\Omega m$	
Terreno paludoso	da 5	a 40
Terriccio, argilla, humus	da 20	a 200
Sabbia	da 200	a 2 500
Ghiaietto	da 2 000	a 3 000
Pietrisco	Per lo più sotto 1 000	
Arenaria	da 2 000	a 3 000
Granito	fino a 50 000	
Morena	fino a 30 000	

per quanto riguarda la resistività elettrica del terreno superficiale si assume quindi un valore pari a:

$$\rho_E = 202 \Omega m$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 13 di 22

mentre per gli strati più profondi, destinati ad accogliere i dispersori verticali a picchetto, si assume un valore medio pari a:

$$\rho P = 64,23\Omega m$$

La resistenza  $R_r$  della rete magliata può essere calcolata con la formula (CEI 50522, allegato J2)

$$R_r = \frac{\rho_E}{2D}$$

dove  $D$  è il diametro del cerchio di area equivalente alla rete magliata, pari a circa **30,51m.**

Sostituendo i valori numerici si ricava il seguente valore:

$$R_r = 1,66\Omega$$

L'impianto sarà integrato da dispersori verticali aggiuntivi, costituiti da paletti di acciaio ramato di diametro pari a 20mm e lunghezza 6,0m, ciascuno dei quali presenta una resistenza di terra  $R'_p$  pari a:

$$R'_p = \frac{\rho}{2\pi L} \times \ln \frac{4 \cdot L}{d}$$

in cui  $L$  e  $d$  sono rispettivamente la profondità d'infissione ed il diametro del tondo di cui è costituito il picchetto. Con i valori già forniti, si ottiene:

$$R_p = 12,09\Omega$$

Ai fini della verifica verranno considerati n°19 picchetti distribuiti nel piazzale di SSE; pertanto la resistenza di terra dei picchetti, considerati in parallelo, sarà:

$$R_{pp} = R_p / 19 = 0,64\Omega$$

Pertanto la resistenza teorica totale  $R_T$  dell'intero dispositivo di dispersione, costituito dal parallelo dei due dispersori parziali (rete e picchetti) sarà pari a:

$$R_T = (R_r * R_{pp}) / (R_r + R_{pp}) = 0,46 \Omega$$

Si noti che nella determinazione di  $R_T$  non si è tenuto conto del contributo (tutt'altro che trascurabile) dei dispersori di fatto.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 14 di 22

## 4.2 VERIFICA DELL'IMPIANTO DISPERSORE PER GUASTI IN C.A.

### 4.2.1 Scelta dei parametri progettuali

I parametri significativi per il dimensionamento dell'impianto di terra sono:

- la corrente totale di guasto a terra  $I_{GT}$ ;
- il tempo d'eliminazione del guasto  $t_g$ ;

La SSE Ponte è alimentata con dorsali MT 30kV gestita da RFI con partenze dalle SSE:

- SSE Telese lunghezza della dorsale 17 km cavo RG71H1R 18-36kV 3x1x400 mmq.
- SSE Benevento lunghezza della dorsale 11 km cavo RG71H1R 18-36kV 3x1x400 mmq.

Ogni partenza è protetta da un interruttore magnetotermico con funzioni attivate 50-51-51N-67N.

Le due alimentazioni sono alternative fra di loro in SSE Ponte è quindi installato un sistema di interblocco meccanico in modo tale che le due dorsali non possono essere gestite in parallelo quindi l'estensione della rete MT di alimentazione è pari a 17km.

Come detto nelle SSE di partenza è installato un relè omopolare a protezione della linea, tale relè ha la funzione di rilevare la corrente di guasto a terra e conseguentemente, alla soglia impostata, aprire il circuito.

La corrente di taratura del relè omopolare deve essere superiore alla corrente che si richiude attraverso la capacità verso terra della linea a valle della protezione in modo che il relè non intenga per un guasto a monte.

Utilizzando quindi per il calcolo della corrente capacitiva la formula:

$$I_c = 0,2 * L * U$$

Dove

$L$ =lunghezza in km della rete di alimentazione MT quindi 17 km

$U$ = tensione nominale in kV di esercizio quindi 30kV

Avremo:

$$I_c = 0,2 * 17 * 30 = 102 A$$

Per assicurare selettività con la protezione a valle inseriremo un ritardo di 0,5 sec.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 15 di 22

Quindi i dati da prendere in considerazione per la verifica dell'impianto di terra per guasto in MT saranno:

$$I_{GT}=102 \text{ A,}$$

mentre come tempo di eliminazione del guasto da parte della protezione, al fine di assicurare selettività rispetto alla protezione che sarà installata a valle, si assume:

$$t_G=0,5\text{s.}$$

#### 4.2.2 Verifica della resistenza totale di terra.

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che, con la corrente di guasto a terra di cui al precedente paragrafo si verifichino in qualsivoglia punto dell'impianto tensioni superiori ai valori della seguente tabella:

Tensione ammissibile nel corpo umano in funzione della durata del guasto (EN 50522 tab. B.2)

Tempo di eliminazione del 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 0,5s), si ottiene che il valore di tensione da non superare è pari a:

$$U_{tp} = 220\text{V.}$$

Quindi poiché rientriamo nelle condizioni previste dalla normativa CEI 64-8;V1 art.442.2 e cioè tutte le masse sono contenute nella rete magliata, è utilizzabile la condizione contenuta nella norma CEI-EN50522 pertanto si assume che l'impianto di terra è idoneo se la tensione totale di terra  $U_E$  è inferiore o uguale al doppio della tensione di contatto ammissibile  $U_{tp}$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 16 di 22

La condizione da soddisfare è quindi:

$$R_T \leq 2U_{tp} / I_{GT}$$

Dove:

$U_{tp}$  (tensione di contatto ammissibile) è pari a 220V

$R_T$  (resistenza totale di terra) calcolata pari a 0,46 ohm

$I_{GT}$  = calcolata pari a 102 A

**Vediamo quindi che l'impianto è idoneo infatti la  $R_T$  calcolata pari a 0,46 Ohm è inferiore alla  $R_T$  necessaria pari a 4,31 ohm**

#### 4.3 VERIFICA DELL'IMPIANTO DISPENSORE PER GUASTI IN C.C.

##### 4.3.1 Scelta dei parametri progettuali

In caso di guasto del sistema in corrente continua, la corrente di guasto può essere calcolata con il rapporto tra la tensione a vuoto del sistema elettrico di trazione e l'impedenza totale data dalla somma di quella propria della SSE e della resistenza di terra dell'impianto.

Tale rapporto, in base ai valori della tensione  $V=3,6$  kV e dell'impedenza  $Z=0,77$   $\Omega$  (supponendo l'impedenza di SSE pari a 0,1  $\Omega$  e quella dell'impianto di terra pari a 0,67  $\Omega$ ), risulta di circa 4675A che, cautelativamente, viene aumentato al valore:

$$I_G = 6 \text{ kA.}$$

Le protezioni dai guasti TE sono costituite dagli interruttori extrarapidi e dagli ultrarapidi di gruppo, il cui tempo d'intervento viene normalmente assunto pari a:

$$t = 0,5s$$

Per la determinazione della reale corrente di terra  $I_t$  che il dispersore di SSE è chiamato a smaltire, in questo caso non si può prescindere dall'effetto disperdente dei binari, cui l'impianto di terra principale è connesso tramite una valvola di tensione, valutando l'aliquota  $I_b$  della corrente di guasto che, fin dai primissimi istanti del corto circuito, fluisce verso il binario attraverso il collegamento dispersore – diodo – negativo – binario, e decurtando la corrente totale di guasto  $I_G$  di questa quantità.

Infatti, dopo il tempo  $t_v$  di intervento del cortocircuatore (si assume realisticamente  $t_v=0,1s$ ), si chiude il collegamento diretto tra questi due dispersori, il che consente al binario di dissipare la

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 17 di 22

maggior parte della corrente di guasto, riservando alla rete di terra il compito di disperdere solo la quantità residua.

Detti  $r_b$  e  $g_b$  rispettivamente la resistenza unitaria e la conduttanza unitaria di un binario 60UNI, cui vengono mediamente attribuiti i valori:

$$r_b = 0,021 \Omega/\text{km} \qquad g_b = 0,1 \text{ S/km}$$

si ricava la resistenza di questo dispersore di "soccorso" mediante l'espressione:

$$R_b = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{r_b}{g_b}} = 0,229 \Omega$$

La corrente di guasto  $I_t$  realmente dispersa dalla rete di terra di SSE viene calcolata dunque mediante l'espressione:

$$I_t = I_G \cdot \frac{R_b}{R_T + R_b}$$

e, con i valori già forniti per le varie grandezze, vale:

$$I_t = 1599,53 \text{ A}$$

La residua parte:

$$I_b = I_G - I_t \approx 4400,47 \text{ A}$$

verrà invece dispersa dai binari.

#### 4.3.2 Verifica della resistenza totale di terra.

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che, con la corrente di guasto a terra di cui al precedente paragrafo si verifichino in qualsivoglia punto dell'impianto tensioni superiori ai valori della seguente tabella:

*Condizioni di breve durata (EN 50122 tab. 6)*

Tempo di eliminazione del guasto [s]	Tensione [V]
0,02	870
0,05	735
0,10	625
0,20	520

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 18 di 22

0,30	460
0,40	420
0,50	385
0,60	360
0,70	350

Nel caso in esame (tempo di intervento delle protezioni pari a 0,5s) si ottiene che il valore di tensione da non superare è pari a:

$$U_{tp} = 385V.$$

La condizione da soddisfare è quindi:

$$R_T \leq U_{tp} / I_t$$

Dove:

$U_{tp}$  (tensione di contatto ammissibile) è pari a 385V

$R_T$  (resistenza totale di terra) calcolata pari a 0,46 ohm

$I_t$  = calcolata pari a 1599,53 A

Vediamo quindi che l'impianto non è idoneo infatti la  $R_T$  calcolata pari a 0,46 Ohm è inferiore alla  $R_T$  necessaria pari a 0,24 ohm, di seguito procediamo quindi alla verifica delle tensioni di contatto e passo.

#### 4.3.3 Verifica delle tensioni di passo e di contatto

Poiché, specialmente nelle zone interne alla rete di terra, la tensione di contatto  $V_c$  assume valori sempre superiori a quelli della tensione di passo  $V_p$ , conviene riferirsi alla prima, il cui valore, per il dispersore impiegato, viene fornito dalla formula semiempirica:

$$V_c = 0,7 \frac{\rho_E \cdot I_{tr}}{L_M}$$

in cui  $I_{tr}$  è l'aliquota della corrente di terra  $I_t$  dispersa dal solo dispersore a rete magliata.

Poiché la rete ed il sistema dei paletti aggiuntivi si ripartiscono la corrente di terra in ragione inversa delle loro resistenze di terra, si ricava:

$$I_{tr} = I_t \cdot (R_p / (R_r + R_p)) = 444,09 \text{ A}$$

$$I_{tp} = I_t \cdot (R_r / (R_r + R_p)) = 1155,44 \text{ A}$$

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 19 di 22

e, con gli altri valori precedentemente forniti, risulta una  $V_c$  massima:

$$V_c = 149,89V$$

**Tale valore risulta inferiore a quello limite di 385V, pertanto l'impianto così configurato può considerarsi sufficiente alla protezione nei confronti di tensionamenti indebiti.**

Nelle zone più periferiche del piazzale conviene valutare anche il valore che assume la tensione di passo  $V_p$ , poiché in corrispondenza del perimetro esterno la dispersione di corrente è più attiva e quindi aumentano i gradienti di potenziale.

Per le zone suddette viene impiegata la formula prudenziale:

$$V_p = 4 \cdot \frac{\rho_E \cdot I_{tr}}{d^2}$$

che tiene conto dei fenomeni suddetti maggiorando il valore della  $V_p$  di oltre tre volte rispetto a quelli che la stessa tensione di passo assume all'interno della rete. Nella formula il termine "d" rappresenta la diagonale della superficie rettangolare occupata dalla rete di terra, che nel caso in oggetto è pari a circa 62m.

Sostituendo i valori, si ha:

$$V_p = 96,35 V$$

**Pur risultando tale valore inferiore a quello massimo ammissibile di 385V esposto nella precedente tabella per  $t \approx 0,5s$ , anche nel caso di guasto in c.c. l'interramento dei conduttori periferici della rete, come già detto, ad una profondità sensibilmente maggiore rispetto agli altri elementi del dispersore (1,2m per quello più esterno e 0,6m per quello precedente) renderà sensibilmente più basso il gradiente di tensione nelle zone marginali del piazzale.**

#### **4.4 DIMENSIONAMENTO IN RELAZIONE ALLA CORROSIONE E ALLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE**

I dispersori, essendo direttamente a contatto con il terreno, devono essere costruiti con materiale in grado di sopportare la corrosione.

Essi devono resistere alle sollecitazioni meccaniche durante la loro installazione e a quelle che si verificano durante il servizio ordinario.

Si possono impiegare, come elementi del dispersore, anche le armature di acciaio annegate in fondazioni di calcestruzzo, pali di acciaio o altri dispersori di fatto.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 20 di 22

L'allegato "C" della norma CEI EN 50522, fornisce i valori minimi della sezione dei conduttori per garantire la resistenza meccanica e alla corrosione.

**Allegato C**  
(normativo)

**Materiale e dimensioni minime dei dispersori per garantirne la resistenza meccanica e alla corrosione**

Materiale	Tipo di dispersore	Dimensione minima					
		Corpo			Rivestimento/guaina		
		Diame- tro mm	Sezio- ne mm <sup>2</sup>	Spes- sore mm	Valori singoli µm	Valori medi µm	
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina <sup>(b)</sup>		90	3	63	70
		Profilati (incl. piatti)		90	3	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	Con guaina di piombo <sup>(a)</sup>	Tondo per dispersore orizzontale	8			1 000	
	Con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2 000	
Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,2			90	100	
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 <sup>(c)</sup>			
		Corda	1,8 <sup>(d)</sup>	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 <sup>(d)</sup>	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina di piombo <sup>(a)</sup>	Corda	1,8 <sup>(d)</sup>	25		1 000	
	Filo tondo		25		1 000		

(a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.  
(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.  
(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm<sup>2</sup>.  
(d) Per fili singoli.

Quindi nel caso di conduttore in corda di rame, la sezione minima indicata dalla norma è pari a 25 mmq. rispettata dalla scelta del conduttore di rame nudo da 120 mmq ipotizzato per la rete di terra in esame.

#### 4.5 DIMENSIONAMENTO COMPONENTI CON RIFERIMENTO AL COMPORTAMENTO TERMICO, CALCOLO DELLA CORRENTE NOMINALE DEI CONDUTTORI DI TERRA E DEI DISPERSORI

I dispersori ed i conduttori di terra devono avere una sezione tale da sopportare le sollecitazioni termiche dovute alla sollecitazione della corrente di guasto.

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 21 di 22

Le temperature finali, da considerare nella progettazione ed alle quali si fa riferimento nell'Allegato "D" (CEI 99-3), devono essere scelte in modo da evitare la riduzione della resistenza meccanica del materiale ed i danni al materiale circostante, ad esempio calcestruzzo o isolanti.

Il calcolo della sezione dei conduttori di terra o dei dispersori, in funzione del valore e della durata della corrente di guasto, è indicato nell'Allegato D (CEI 99-3).

Si fa distinzione tra durata di guasto inferiore a 5 s (aumento adiabatico della temperatura) e superiore a 5 s.

La temperatura finale è stata scelta tenendo conto del materiale e dell'ambiente circostante. Si devono tenere in considerazione, tuttavia, le sezioni minime indicate al punto 5.2.2 (CEI 99-3) e cioè:

- rame: 16 mm<sup>2</sup>
- alluminio: 35 mm<sup>2</sup>
- acciaio: 50 mm<sup>2</sup>

Nell'impianto in essere abbiamo una corrente di guasto a terra massima pari a 6kA con tempo di eliminazione pari a 0,1 sec. ( tempo d'intervento del limitatore ); la sezione del conduttore di terra o del dispersore è stata calcolata con la seguente formula (vedere IEC 60949:1988):

$$A = I/K \sqrt{tf / \ln (\Theta_f + \beta) / (\Theta_i + \beta)}$$

Dove:

- A è la sezione in mm<sup>2</sup>.
  - I è la corrente del conduttore in ampere (valore efficace).
  - tf è la durata in secondi della corrente di guasto.
  - K è una costante che dipende dal materiale del componente percorso dalla corrente; la Tabella D.1 indica i valori per i materiali più comuni assumendo una temperatura iniziale di 20 °C.
  - β è il reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del componente percorso dalla corrente a 0 °C (vedere la Tabella D.1).
  - Θ<sub>i</sub> è la temperatura iniziale in gradi Celsius, assunta in questo caso pari a 20°C
- I valori possono essere rilevati dalla IEC 60287-3-1. Se nelle tabelle nazionali non è indicato alcun valore, si dovrebbe adottare, come temperatura del terreno alla profondità di 1 m, quello di 20 °C.
- Θ<sub>f</sub> è la temperatura finale in gradi Celsius, assunta in questo caso pari a 300 °C

APPALTATORE: <b>TELESE S.c.a r.l.</b> Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
SE03 – SOOTOSTAZIONE ELETTRICA DI PONTE SSE PONTE – RELAZIONE E PROGETTO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO SE.00.0.0.001	REV. B	FOGLIO 22 di 22

**Tabella D.1 – Costanti dei materiali**

materiale	$\beta$ in °C	K in $A\sqrt{s}$ mmq
rame	234,5	226
acciaio	202	79

Sostituendo i valori numerici vediamo che la condizione è soddisfatta per conduttori in rame > 22 mmq. Ed in acciaio > 60 mmq.

#### 4.6 CONCLUSIONI

Dalle ipotesi di calcolo effettuate e quanto confrontato rispetto ai valori suggeriti dalle Normative di riferimento per le tensioni contatto e per quelle di passo ammissibili dalle Normative Vigenti il progetto può ritenersi corretto.

Il dimensionamento dell'impianto di terra è stato condotto sulla base di 3 criteri fondamentali:

- Resistenza meccanica e alla corrosione;
- Tenuta termica;
- Sicurezza delle persone.