

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO DEFINITIVO
SSE AC BIVIO CORVI
RELAZIONE RETE DI TERRA**

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.		SCALA: -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE <i>INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIFICHE ORDINE INGEGNERI DI MILANO n. 5408</i> Data: • Ettore Pagani	Consorzio Ing. G. Guagnozzi COCIV Project Manager Data: <i>[Signature]</i>			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
A 3 0 1	0 0	D	C V	1 R	S E 0 1 0 1	K 0 1	C	0 0 1 di 0 1 3

	VISTO CONSORZIO SATURNO	
	Firma <i>[Signature]</i>	Data 0 2 LUG. 2012

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
C	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA AND.TV.0025915.12.U DEL 18-05-'12	GEFFRI <i>[Signature]</i>	19/06/12	ALBERTINI <i>[Signature]</i>	19/06/12	MANTA <i>[Signature]</i>	19/06/12	
B	REVISIONATO CARTIGLIO	CACACE	24/09/04	SALOMONI	24/09/04	FASCIOLO	24/09/04	
A	EMISSIONE	CACACE	12/05/04	MANTA	12/05/04	FASCIOLO	12/05/04	

n. Elab.:	File: A301 00 DCV 1R SE0101K01 C.DOC Cod. origine: CUP: F81H9200000008
-----------	--

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Costruzioni, Impianti, Veicoli</p>	<p>CONSORZIO SATURNO</p>				
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 2 di 13

INDICE

1. GENERALITÀ	3
1.1 Scopo	3
1.2 Norme di riferimento	3
1.3 Disegno di riferimento	3
1.4 Modellistica	3
2. DATI ELETTRICI E GEOMETRICI DEL PROGETTO	4
3 RESISTENZA DELLA MAGLIA DI TERRA	5
4 DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI DI PASSO V_p E CONTATTO V_c	5
5 VERIFICA DELLA RISPONDENZA ALLA NORMA CEI 50522	6
6 VERIFICA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE DI TERRA E DEL DISPERSORE	7
7 CONCLUSIONI	8
ALLEGATO 1 – MAGLIA DI TERRA SSE	9
ALLEGATO 2 – DIRETTRICI PER LA VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E CONTATTO	10
ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA ALIMENTATORI	11
ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA TRASFORMATORI	12
ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA AT	13

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collocamenti Integrati Vultot					
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 3 di 13

1. GENERALITÀ

1.1 Scopo

Lo scopo del presente documento è la valutazione, nella SSE AC di Corvi, posta sulla tratta Mi-Ge, delle tensioni di passo e contatto accessibili in caso di guasto (corto circuito monofase a terra).

Il valore della corrente di corto circuito presunta che è alla base della verifica dell'impianto di terra della SSE è desunto dal documento A30100CVD1RSE000K01 "Relazione generale SSE e cabine TE" sulla base di comunicazioni COCIV ed ENEL.

Il valore di resistività del suolo assunto è pari a $\rho = 400 \Omega\text{m}$ (valore mediamente elevato ma considerato per fini conservativi della verifica).

1.2 Norme di riferimento

CEI 11-1 (Ed. 1999) Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata (per quanto applicabile in quanto in vigore fino al 2013 e sostituita dalla norma 50522).

CEI EN 50522 (Ed. 07/2011) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV c.a.

ANSI / IEEE Std 80 Ed.2000 Guide for Safety in AC Substation Grounding.

1.3 Disegno di riferimento

A301 00 DCV 3A SE0101 K01 "SSE AC Corvi: planimetria rete di terra".

1.4 Modellistica

Per la modellizzazione della rete di terra e per la determinazione dei potenziali e delle tensioni di passo e di contatto si utilizza un programma di calcolo della CYME INTERNATIONAL INC. (3 Burlington Woods, 4th Floor, Burlington, MA 01803-0269 U.S.A.) "CYMGRD 5.35", ampiamente referenziato in tutto il mondo.

Il programma si può applicare in molti casi, sia per reti simmetriche che per reti asimmetriche. La determinazione delle tensioni di passo e di contatto è in accordo con il metodo raccomandato dalla succitata normativa ANSI/IEEE Std. 80/2000.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Valchi					
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 4 di 13

2. DATI ELETTRICI E GEOMETRICI DEL PROGETTO

La SSE AC Corvi è alimentata da una SSE di consegna ENEL di nuova costruzione adiacente alla sottostazione RFI.

La massima corrente di guasto a terra comunicata dall'ENEL risulta pari a di 13 kA. Vista la vicinanza tra le due sottostazioni si ipotizza la stessa corrente di corto circuito anche nella SSE di Corvi.

Per il dimensionamento e la verifica dell'impianto di terra si assume un valore di corrente di guasto maggiorato per tener conto di futuri potenziamenti di rete AT, pari a 15kA. Data l'esiguità dell'area della SSE ed il valore di corrente di corto circuito sarà necessario installare dei dispersori verticali profondi collegati alla maglia della SSE.

In fase di progetto esecutivo il calcolo sarà comunque riverificato con i valori di corrente che verranno comunicati da Enel.

Di seguito si riassumono i dati significativi per il dimensionamento dell'impianto di terra.

• Corrente di guasto assunta	I_g	15000	A
• Durata della corrente di guasto	T_g	0.5	s
• Resistività del terreno	ρ	400	Ωm
• Resistività dello strato di asfalto di spessore 0.1 m	ρ_s	20000	Ωm
• Massima tensione di contatto ammessa dalla Norma CEI 50522	V_c	220	V
• Massima tensione di passo ammessa dalla Norma CEI 11-1 ¹	V_p	660	V
• Area coperta dalla maglia di terra (circa)		2200	m^2
• Perimetro dispersore a maglia (circa)		190	m
• Lato medio della maglia		4	m
• Lunghezza complessiva conduttore in corda di rame interrato (circa)		1400	m
• Picchetti profondi	n°	7	
• Lunghezza picchetti	L_p	30	m
• Diametro picchetti	d_p	0.025	m
• Profondità di interramento della maglia	h	0.7	m

¹ La nuova norma 50522 non richiede la verifica delle tensioni di passo in quanto se sono già rispettate le tensioni di contatto sono automaticamente soddisfatte anche quelle di passo poiché i limiti tollerabili sono maggiori per effetto del diverso percorso della corrente attraverso il corpo. Si mantiene comunque per ulteriore verifica il valore fissato dalla norma CEI 11-1 (limite tensioni di passo ammissibili = 3 volte il corrispondente limite delle tensioni di contatto).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci		CONSORZIO  SATURNO			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 5 di 13

3 RESISTENZA DELLA MAGLIA DI TERRA

Nell'Allegato 1 è riportata la configurazione geometrica della maglia di terra della sottostazione ed il valore della resistenza di terra della stessa (R_{TOT}).

4 DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI DI PASSO V_P E CONTATTO V_C

La verifica delle tensioni di passo e contatto è effettuata all'interno della sottostazione nella zona AT, nella zona trasformatori e in quella pali alimentatori.

Nell'Allegato 2 sono riportati i grafici delle tensioni di passo e contatto calcolate (valori indisturbati) e indicate le direttrici lungo le quali sono state verificate.

Negli stessi grafici sono riportate le massime tensioni di passo e di contatto ammissibili dalle norme ANSI/IEEE Std. 80 nell'ipotesi che la persona pesi 50 Kg e considerando la presenza di uno strato di asfalto di 0.1 m con resistività pari a $\rho_s = 20000 \Omega m$.

Massima tensione di passo ammessa:

$$E_{PASSO-50} = (1000 + 6C_s \rho_s) 0.116/\sqrt{T_g} = 13863 \text{ V}$$

Massima tensione di contatto ammessa:

$$E_{CONTATTO-50} = (1000 + 1.5C_s \rho_s) 0.116/\sqrt{T_g} = 3589 \text{ V}$$

Dal confronto tra il profilo di potenziale e i limiti ammessi si evidenzia il rispetto dei requisiti di sicurezza.

Sempre nello stesso allegato viene indicato il valore del massimo potenziale della maglia GPR (Ground Potential Rise).

GENERAL CONTRACTOR COOP Consorzio Collegamenti Integrati Veloci		CONSORZIO SATURNO			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 6 di 13

5 VERIFICA DELLA RISPONDENZA ALLA NORMA CEI 50522

Poichè l'impianto di terra deve essere conforme alle norme CEI è necessario che le tensioni di passo e contatto, al di là dei limiti previsti dalle norme ANSI/IEEE e descritti nel paragrafo 4, siano inferiori ai limiti previsti dalla norma CEI 50522.

Tale Norma prescrive, per un tempo di eliminazione del guasto di 0.5s, una tensione di contatto non superiore a 220V (Fig. 4, pag. 26 della Norma).

Per le tensioni di passo, per completezza di verifica, si assume il limite indicato dalla norma CEI 11-1 con un valore massimo ammissibile pari a 3 volte il limite per le tensioni di contatto; in questo caso 660V.

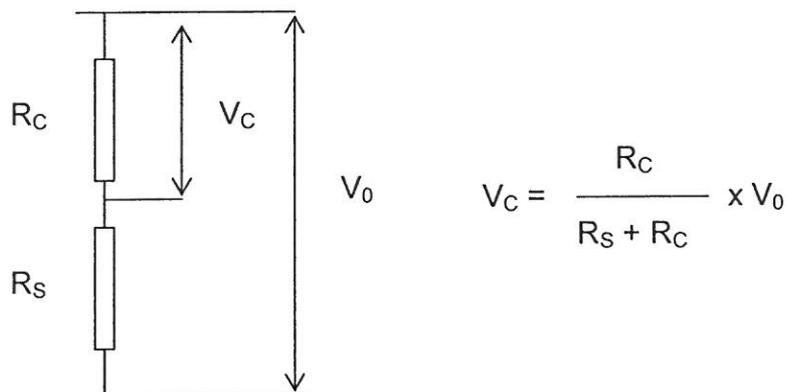
E' permesso tuttavia tener conto di resistenze addizionali quali scarpe o materiali di superficie ad alta resistività per valutare la tensione effettivamente applicata al corpo umano (Allegato B della Norma 50522).

Trascurando, ai fini di una maggiore sicurezza, il contributo della resistenza delle scarpe, si considera una resistenza del luogo di sosta pari a:

$$R_s = 1.5 \times \rho_s = 30000\Omega$$

Dai grafici riportati nell'Allegato 2 si determina il valore della massima tensione di contatto indisturbata (V_0).

Assumendo, per il corpo umano una resistenza R_C pari a 1000Ω , e tenendo conto della resistenza addizionale R_s , si determina la tensione realmente applicata al corpo umano (V_C) che dovrà essere inferiore al valore di 220 V previsto dalla Norma CEI succitata.



$$V_C = \frac{R_C}{R_s + R_C} \times V_0$$

Per i tre casi considerati e riportati nell'Allegato 2 vale la seguente tabella riassuntiva:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Costruzioni Integrati Veronesi		CONSORZIO SATURNO 			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 7 di 13

	V_0 (V)	V_c (V)
1-Zona AT	1672	54
2- Zona trasformatori	1415	45
3- Zona pali alimentatori	1672	54

I valori trovati sono inferiori ai limiti ammessi.

6 VERIFICA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE DI TERRA E DEL DISPERSORE

La sezione minima del conduttore di terra è calcolata in accordo all'Allegato D della Norma CE 50522.

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

$A = \dots \text{ mm}^2$
 $I = 20 \text{ kA}$
 $t = 0.5 \text{ s}$
 $K = 226 \text{ A mm}^{-2} \text{ s}^{1/2}$
 $\beta = 234.5 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_f = 250 \text{ }^\circ\text{C}$

Sezione del conduttore nudo.
 Corrente di guasto.
 Durata del guasto.
 Costante dipendente dal materiale (rame).
 Reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza del conduttore (rame).
 Temperatura iniziale.
 Temperatura finale quando si utilizzano giunzioni a compressione.

La sezione minima del conduttore dovrebbe essere circa 78 mm^2 .

Per il dimensionamento del dispersore è possibile tener conto della ripartizione della corrente in almeno due vie e quindi la sezione minima si dimezza.

In realtà, in accordo agli standard RFI, si ricorre all'utilizzo di corda in rame da 120 mm^2 .

Le connessioni dei supporti delle apparecchiature alla maglia di terra verranno realizzate con duplice collegamento.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collocamenti Integrati Veloci</p>					
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0101 K01	Rev C	Foglio 8 di 13

7 CONCLUSIONI

- Il conduttore di terra e il dispersore saranno realizzati con corda in rame nuda da 120 mm², i picchetti saranno in acciaio zincato a caldo.
- La corda di rame andrà interrata a -0.7 m. L'anello perimetrale a -1,2m
- La maglia di terra dovrà essere posata in uno strato di terreno vegetale (con resistività inferiore a 100Ωm) che non contenga ciottolame. Il terreno di riporto dovrà essere compattato prima di posare la maglia e ricompattato dopo la posa (a carico GC).
- Dovranno essere posati dei dispersori profondi (L=30m) entro tubo di acciaio zincato Φ=100 mm con interposto miscela di bentonite. Posa e fornitura tubo di acciaio a carico GC.
- Si dovrà ricorrere all'asfaltatura della SSE e dell'area esterna alla SSE fino alla finestra, spessore 0.1 m (a carico GC).
- Per i collegamenti tra le maglie si utilizzeranno morsetti a compressione.
- Ogni apparecchiatura metallica dovrà avere un doppio collegamento a terra.
- Si dovrà anteporre allo strato di asfalto uno strato di magrone cementizio, per evitare che la vegetazione perfori l'asfalto vanificandone l'efficacia.
- Occorrerà collegare a terra ai quattro vertici i ferri del c.a. dell'edificio e le armature delle vasche trasformatori.
- Sarà necessario installare per i pali di illuminazione perimetrali dei fusti in vetroresina con spina interbloccata di sezionamento per il corpo illuminante (per le operazioni di ordinaria manutenzione).
- I cancelli dovranno avere una propria terra separata (due dispersori verticali ed un anello al di sotto dei battenti).
- Non si dovranno collegare a terra le battute metalliche dei pozzetti e dei chiusini, che dovranno essere in cemento o vetroresina.
- Si dovranno inserire giunti isolanti sulle eventuali tubazioni entranti o uscenti dall'area di SSE, di lunghezza non inferiore a 10 m.

GENERAL CONTRACTOR



CONSORZIO
SATURNO

Doc. N.

Progetto
A301

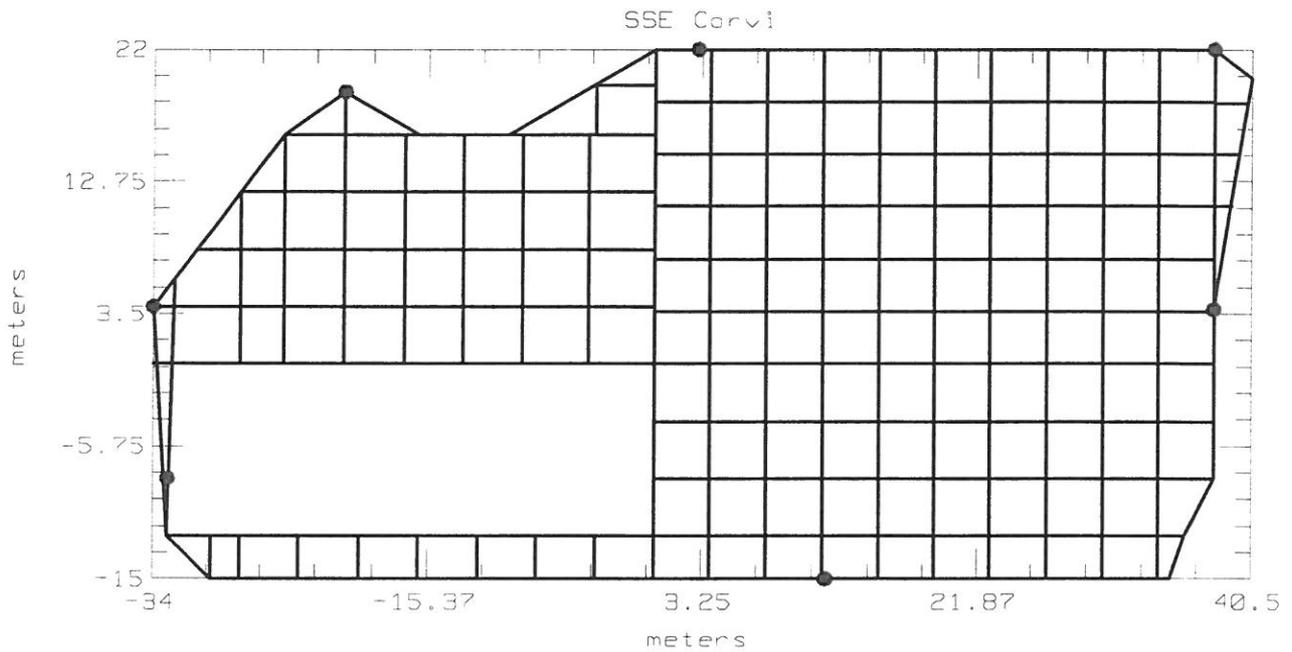
Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0101 K01

Rev
C

Foglio
9 di 13

ALLEGATO 1 – MAGLIA DI TERRA SSE



Area maglia = 2200 m^2

Magliatura = 4 m

$R_{TOT} = 2.77 \Omega$

$\rho = 400 \Omega \text{ m}$

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

CONSORZIO
SATURNO

Doc. N.

Progetto
A301

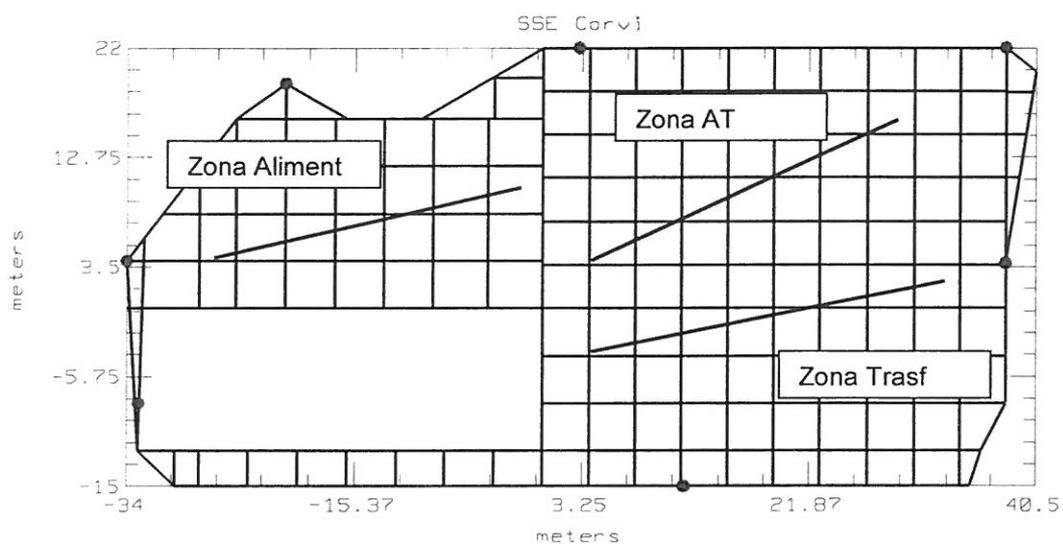
Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0101 K01

Rev
C

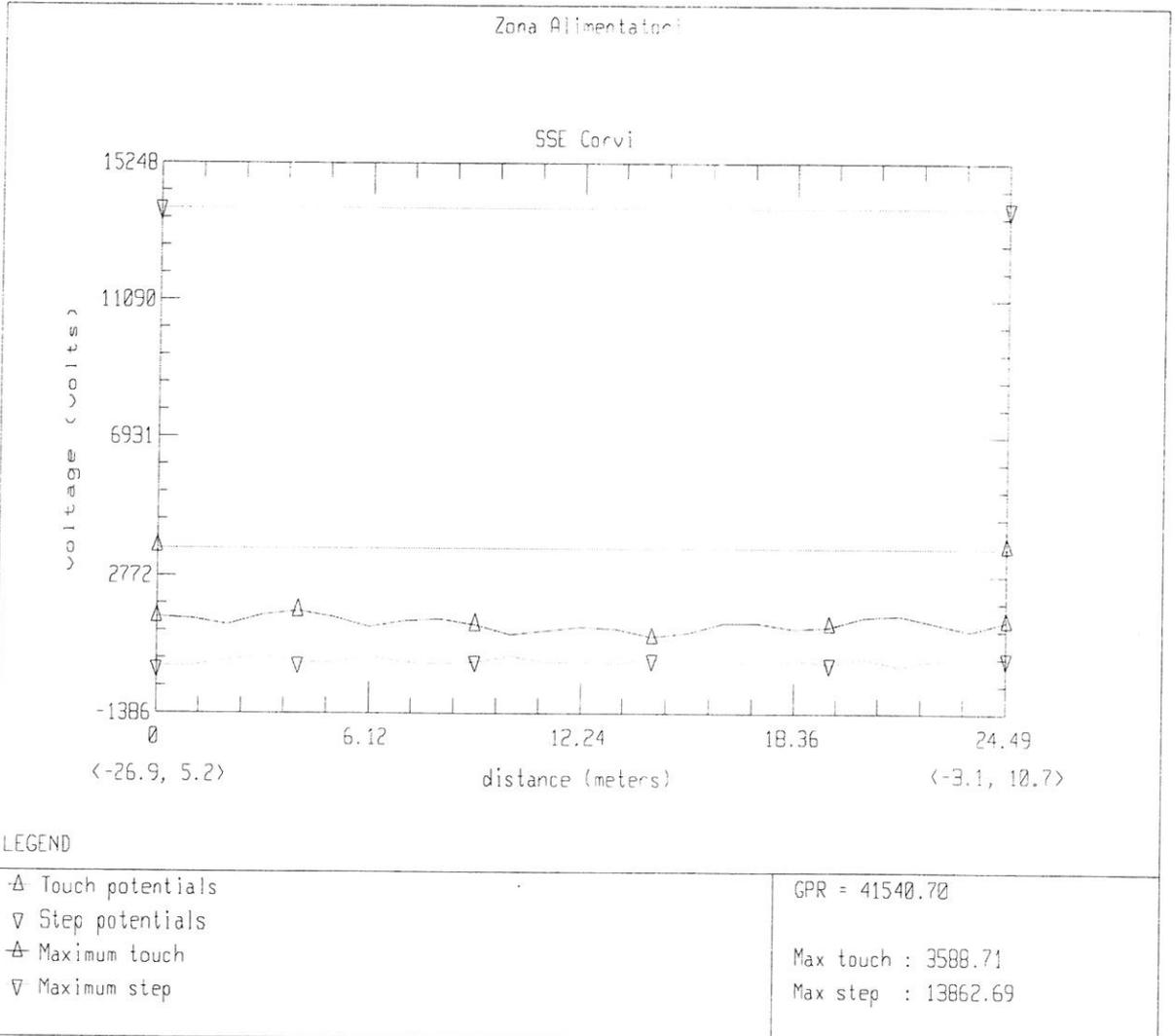
Foglio
10 di 13

ALLEGATO 2 – DIRETTRICI PER LA VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E CONTATTO





ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA ALIMENTATORI



Project : SSE Corvi
Study : SSE Corvi

GENERAL CONTRACTOR



Doc. N.

Progetto
A301

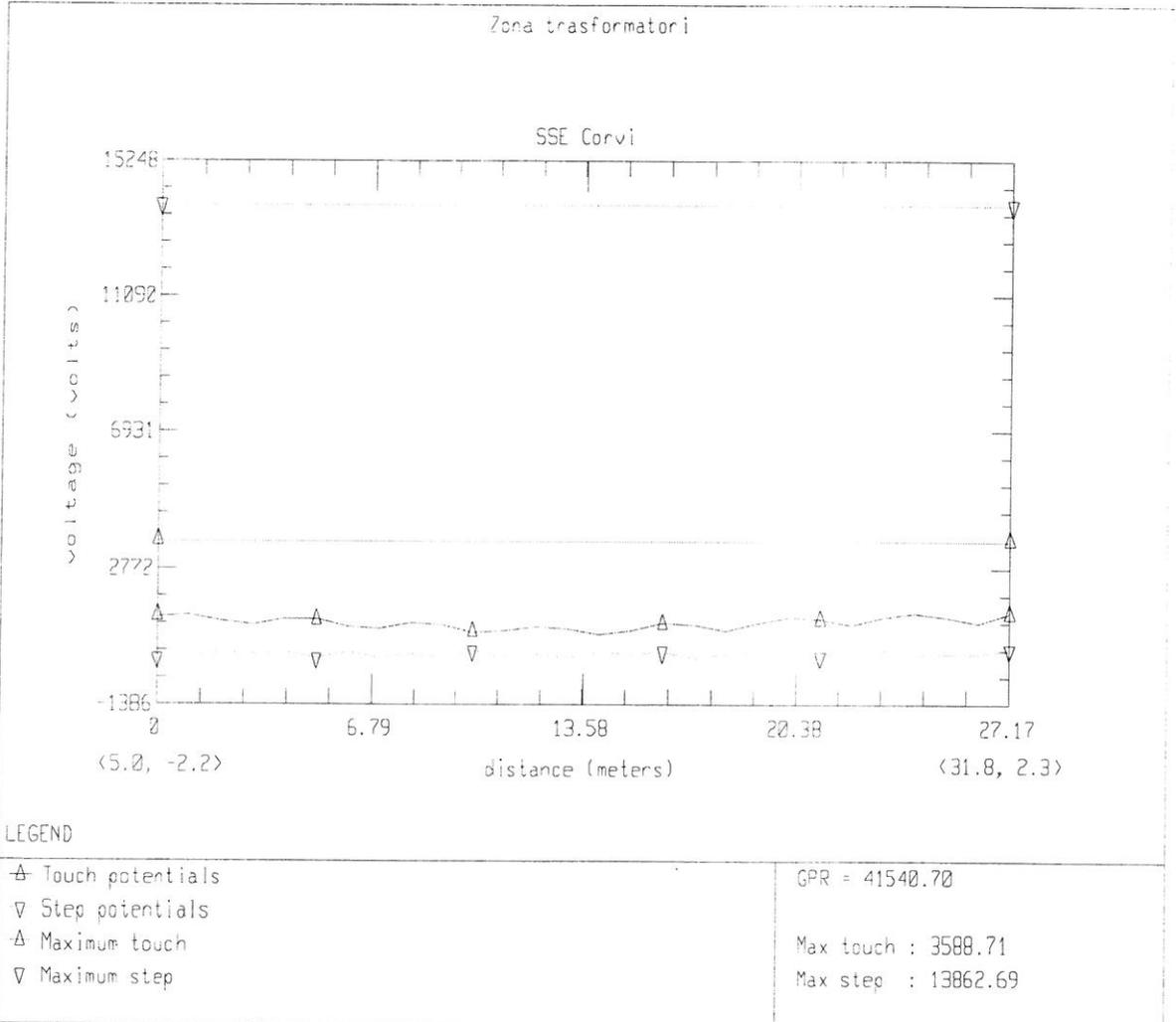
Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0101 K01

Rev
C

Foglio
12 di 13

ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA TRASFORMATORI



Project : SSE Corvi
Study : SSE Corvi

GENERAL CONTRACTOR



Doc. N.

Progetto
A301

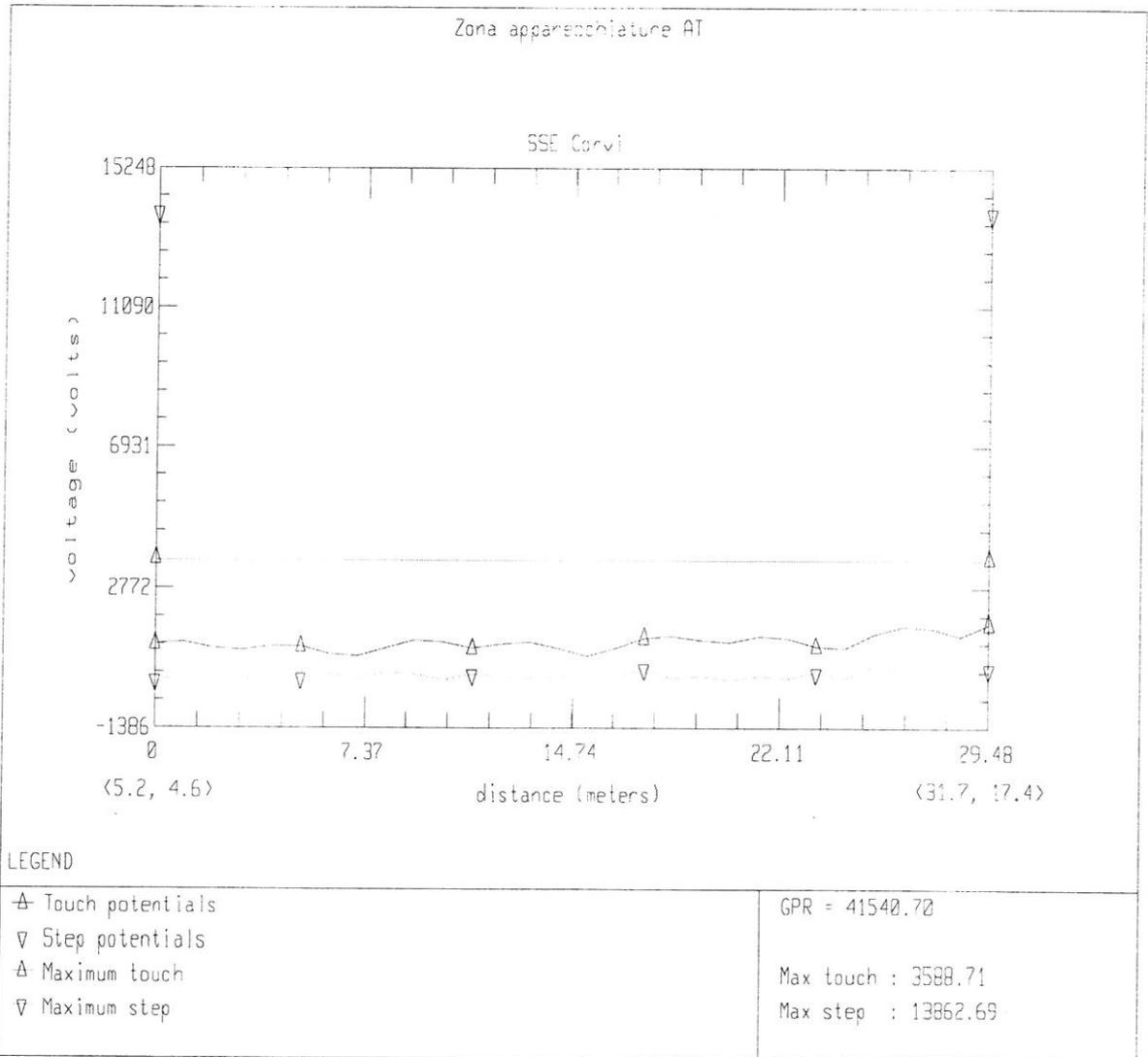
Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0101 K01

Rev
C

Foglio
13 di 13

ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA AT



Project : SSE Corvi
Study : SSE Corvi