

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 CASTAGNOLA

RELAZIONE RETE DI TERRA

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA: -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE ORDINE INGEGNERI DI MILANO Ettore Pagani	Consorzio Ing. G. Guagnozzi COCV Project Manager		
Data:	Data:		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
A 3 0 1	0 0	D	CV	1 R	S E 0 2 0 1	K 0 1	C	0 0 1 di 0 1 1

	VISTO CONSORZIO SATURNO	
	Firma	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	19/06/12	ALBERTINI	19/06/12	MANTA	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 SE0201K01 C.DOC
	Cod. origine:
	CUP: F81H9200000008

GENERAL CONTRACTOR  <small>Consorzio Conseguitamenti Integrati Veloci</small>		CONSORZIO SATURNO 			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0201 K01	Rev C	Foglio 2 di 11

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 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA TRASFORMATORE	10
ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA AT	11

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Interurbani Vallo d'Aosta		CONSORZIO  SATURNO			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0201 K01	Rev C	Foglio 3 di 11

1. GENERALITÀ

1.1 Scopo

Lo scopo del presente documento è la valutazione, nella SSE AC di Castagnola, 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.

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 SE0201 K01

"SSE AC Castagnola: 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 Cooperazioni Interregionali Valchi	CONSORZIO  SATURNO				
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0201 K01	Rev C	Foglio 4 di 11

2. DATI ELETTRICI E GEOMETRICI DEL PROGETTO

La massima corrente di guasto nella SSE risulta pari a 4,39 kA, valore maggiorato del 20% per tener conto di eventuali potenziamenti di rete AT (la SSE sarà alimentata in entra-esce dall'elettrodotto RFI Arquata S.-Ronco S.-Trasta).

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 RFI.

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

• Corrente di guasto assunta	I_g	4390	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)		990	m^2
• Perimetro dispersore a maglia (circa)		140	m
• Lato medio della maglia		4	m
• Lunghezza complessiva conduttore in corda di rame interrato (circa)		1100	m
• Picchetti profondi	n°	2	
• 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 Venezia		CONSORZIO  SATURNO			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0201 K01	Rev C	Foglio 5 di 11

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, e nella zona trasformatori.

Nell'Allegato 2 sono riportati i grafici delle tensioni di passo e contatto calcolate (valori indisturbati). Nell'Allegato 1 sono indicate le direttrici lungo le quali sono state verificate le tensioni accessibili.

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:

$$E_{PASSO-50} = (1000 + 6C_s \rho_s) 0.116/\sqrt{T_g} = 10712 \text{ V}$$

Massima tensione di contatto ammessa:

$$E_{CONTATTO-50} = (1000 + 1.5C_s \rho_s) 0.116/\sqrt{T_g} = 2801 \text{ V}$$

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) e l'andamento del potenziale superficiale all'interno della SSE.

GENERAL CONTRACTOR  <small>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</small>		CONSORZIO  SATURNO			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0201 K01	Rev C	Foglio 6 di 11

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 0.5 s, una tensione di contatto non superiore a 220 V (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.

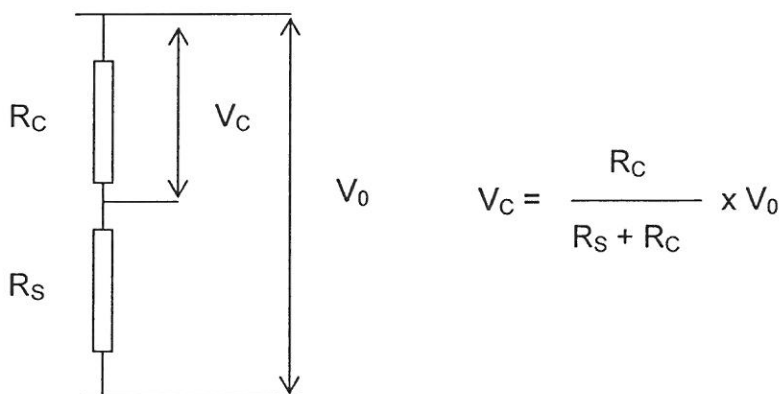
E' permesso tuttavia tener conto di resistenze aggiuntive quali scarpe o materiali di superficie ad alta resistività per valutare la tensione effettivamente applicata al corpo umano (Allegato B della Norma 50522).

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 1000 Ω , e tenendo conto della resistenza aggiuntiva 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.



GENERAL CONTRACTOR  <small>Consorzio Costruzioni Impianti Tecnici</small>		CONSORZIO  SATURNO			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0201 K01	Rev C	Foglio 7 di 11

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

	V_0 (V)	V_c (V)
2-Zona trasformatori	1441	47
3-Zona AT	1984	64

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 CEI 50522.

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

$$A = \dots \text{ mm}^2$$

$$I = 11700 \text{ A}$$

$$t = 0.5 \text{ s}$$

$$K = 226 \text{ A mm}^{-2} \text{ s}^{1/2}$$

$$\beta = 234.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

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

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 46 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 FS, 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.

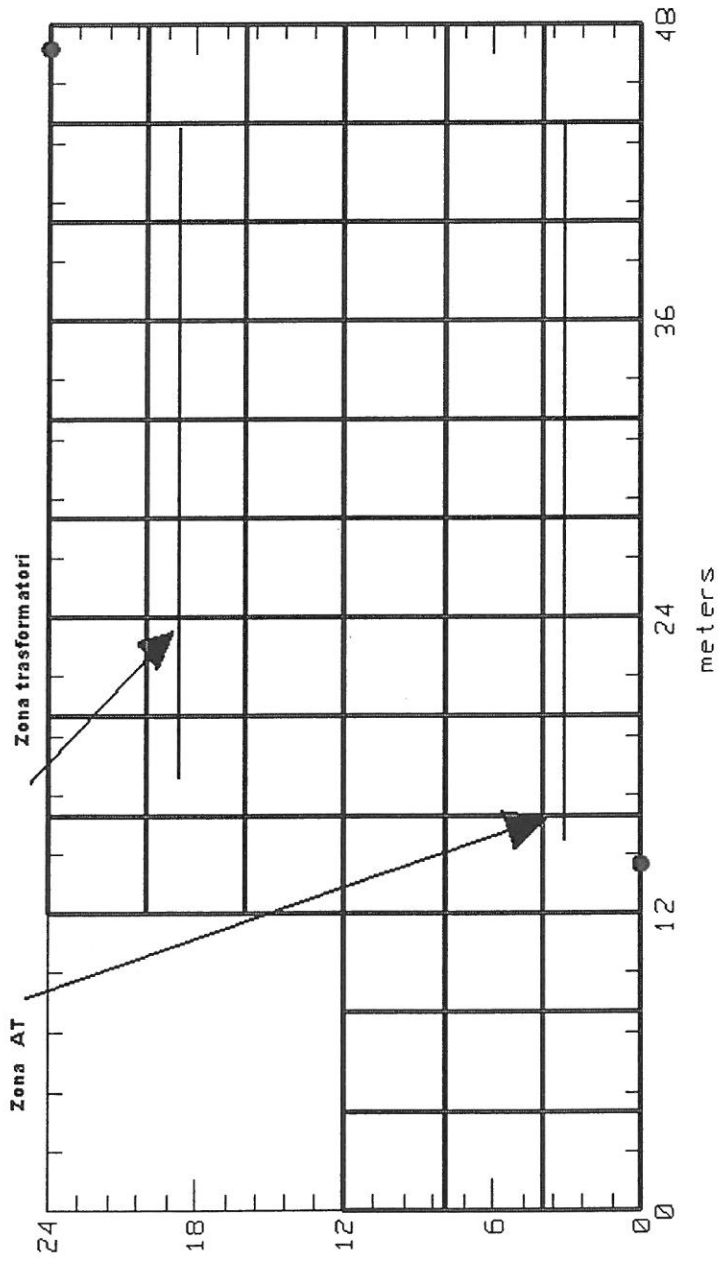


7 CONCLUSIONI

- 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
- Per i collegamenti tra le maglie si utilizzeranno morsetti a compressione.
- Dovranno essere posati N°2 dispersori profondi (L=30m) entro tubo di acciaio zincato $\Phi=100$ mm con interposto miscela di bentonite. Posa e fornitura tubo di acciaio a carico GC.
- Ogni apparecchiatura metallica dovrà avere un doppio collegamento a terra.
- Si dovrà ricorrere all'asfaltatura della SSE, spessore 0.1 m.
- 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 i ferri delle vasche dei trasformatori.
- Occorrerà prevedere opportunamente predisposizione per messa a terra della galleria contro cui viene realizzato il piazzale.
- 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 due 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.

Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV IR 550201 K01	Rev C	Foglio 9 di 11
---------	------------------	-------------	---	----------	-------------------

ALLEGATO 1 – MAGLIA DI TERRA SSE



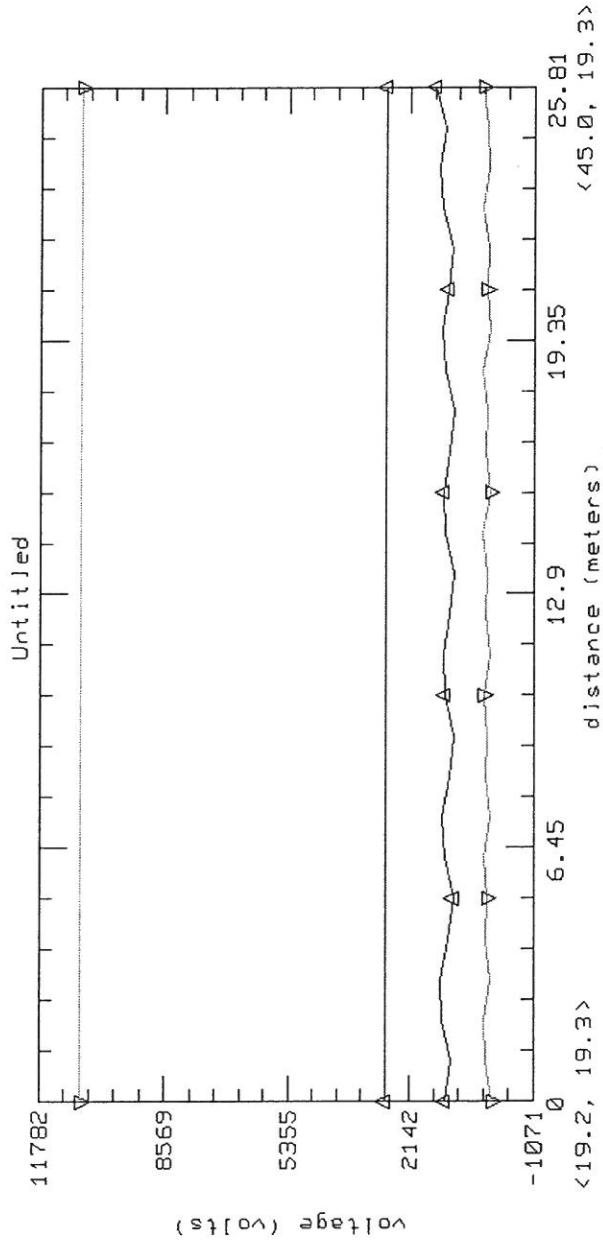
Area maglia = 990 m²
 Magliatura = 4 m
 $R_{TOT} = 5,57 \Omega$
 $\rho = 400 \Omega \text{ m}$

GENERAL CONTRACTOR



Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV IR 5E0201 K01	Rev C	Foglio 10 di 11
---------	------------------	-------------	---	----------	--------------------

ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA TRASFORMATORE



LEGEND

- △ Touch potentials
- ▽ Step potentials
- △ Maximum touch
- ▽ Maximum step

GPR = 19969.20

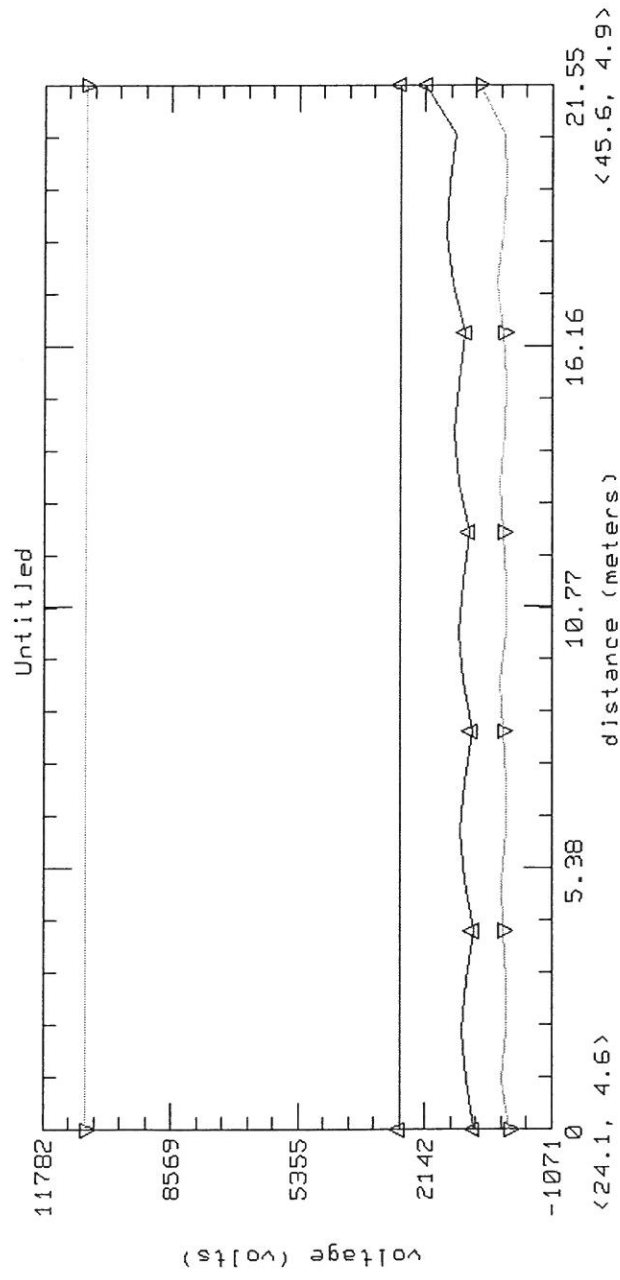
Max touch : 2900.92

Max step : 10711.50

GENERAL CONTRACTOR



Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV IR SE0201 K01	Rev C	Foglio 11 di 11
---------	------------------	-------------	---	----------	--------------------



LEGEND

- △ Touch potentials
- ▽ Step potentials
- △ Maximum touch
- ▽ Maximum step

GPR = 19969.20

Max touch : 2800.92
Max step : 10711.50

ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA AT