

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 ARQUATA

RELAZIONE RETE DI TERRA

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.		SCALA: -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE ORDINE INGEGNERI DI MILANO n. 15408 Data: Enore 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	CV	1 R	SE 0 3 0 1	K 0 1	D	0 0 1 di 0 1 2

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

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
D	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	
C	REVISIONE GENERALE	CACACE	24/09/04	SALOMONI	24/09/04	FASCIOLO	24/09/04	
B	REVISIONATO CARTIGLIO	CACACE	12/05/04	MANTA	12/05/04	FASCIOLO	12/05/04	

n. Elab.:	File: A301 00 DCV 1R SE0301K01 D.DOC Cod. origine: CUP: F81H9200000008
-----------	--

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>CONSORZIO SATURNO</p>				
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0301 K01	Rev D	Foglio 2 di 12

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	6
4 DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI DI PASSO V_p E CONTATTO V_c	6
5 VERIFICA DELLA RISPONDENZA ALLA NORMA CEI 11-1	7
6 VERIFICA DELLA SEZIONE DEL CONDUTTORE DI TERRA E DEL DISPERSORE	8
7 CONCLUSIONI	9
ALLEGATO 1 – MAGLIA DI TERRA SSE	10
ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA AT	11
ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA TRASFORMATORI	12

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Coesperimenti Integrati Veloci</p>	<p>CONSORZIO SATURNO</p>				
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0301 K01	Rev D	Foglio 3 di 12

1. GENERALITÀ

1.1 Scopo

Lo scopo del presente documento è la valutazione, nella SSE AC di Arquata, 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 $\rho = 400 \Omega m$ (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 SE0301 K01 "SSE AC Arquata S.: 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 Valuci					
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0301 K01	Rev D	Foglio 4 di 12

2. DATI ELETTRICI E GEOMETRICI DEL PROGETTO

La SSE AC Arquata è alimentata dalla SSE RFI Arquata esistente mediante una doppia linea in cavo.

La massima corrente di guasto a terra comunicata da RFI (S.O. mantenimento in efficienza di Genova) nella SSE Arquata esistente (da cui sono derivate le due linee di adduzione alla nuova SSE) risulta pari a di 13,2 kA (valore maggiorato del 20% per tener conto di eventuali potenziamenti della rete AT) ed il tempo di eliminazione dei guasti pari a 0,2s. A favore di sicurezza si trascura l'impedenza della linea in cavo di adduzione e si considera lo stesso valore di corrente di guasto anche nella SSE AC.

Come indicato dall'allegato I della norma CEI 50522, per il dimensionamento della maglia di terra è possibile tener conto dell'effetto di riduzione della corrente di guasto dovuto allo schermo dei cavi che interconnettono i due impianti (SSE RFI ed SSE AC); dallo stesso allegato si assume un fattore di riduzione pari a 0.35 (tale valore è da ritenersi sicuramente conservativo in quanto riferito ad un cavo con sezione di schermo di 35mm² in luogo degli 85mm² dello standard RFI). La corrente di dimensionamento della maglia di terra risulta pertanto pari a $0,35 \times 13200 = 4620$ A.

Il tempo di eliminazione dei guasti è assunto pari a 0,5s.

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	4620	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)		2100	m ²
• Perimetro dispersore a maglia (circa)		200	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
SATURNO

Doc. N.

Progetto
A301

Lotto
00

Codifica Documento
DCV 1R SE0301 K01

Rev
D

Foglio
5 di 12

- | | | | |
|--|----------------|------|---|
| • Lato medio della maglia | | 4 | m |
| • Lunghezza complessiva conduttore
in corda di rame interrato (circa) | | 1300 | m |
| • Picchetti | n° | 22 | |
| • Lunghezza picchetti | L _p | 3 | m |
| • Diametro picchetti | d _p | 0.05 | m |
| • Profondità di interramento della maglia | h | 0.7 | m |

GENERAL CONTRACTOR  Consorzi Collegamenti Integrati Veloci					
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0301 K01	Rev D	Foglio 6 di 12

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:

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

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).

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.

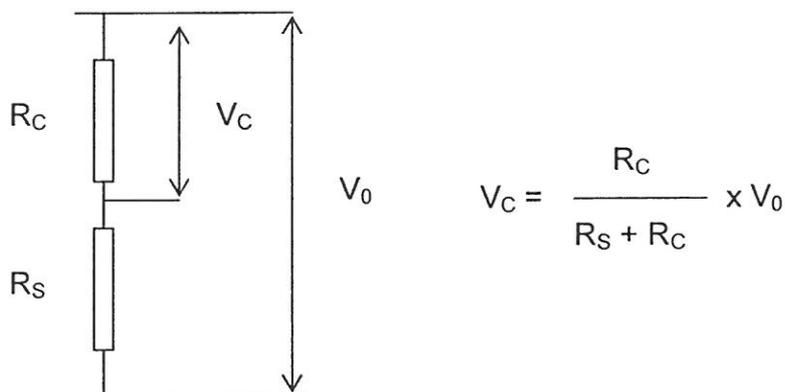
E' permesso tuttavia tener conto di resistenze aggiuntive quali scarpe o materiali di superficie ad alta resistività per valutare la tensione effettivamente applicata al corpo umano (Allegato B della Norma 50522).

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  Consorzio Costruzioni Integrati Veloci		CONSORZIO SATURNO 			
Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0301 K01	Rev D	Foglio 8 di 12

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

	V_0 (V)	V_C (V)
1-Zona AT	1260	40
2- Zona trasformatori	1890	61

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 B della Norma CEI 50522.

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

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

$$I = 17 \text{ kA}$$

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

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

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

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

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

Sezione del conduttore nudo.

Corrente di guasto (cto.cto trifase).

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 66 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 .



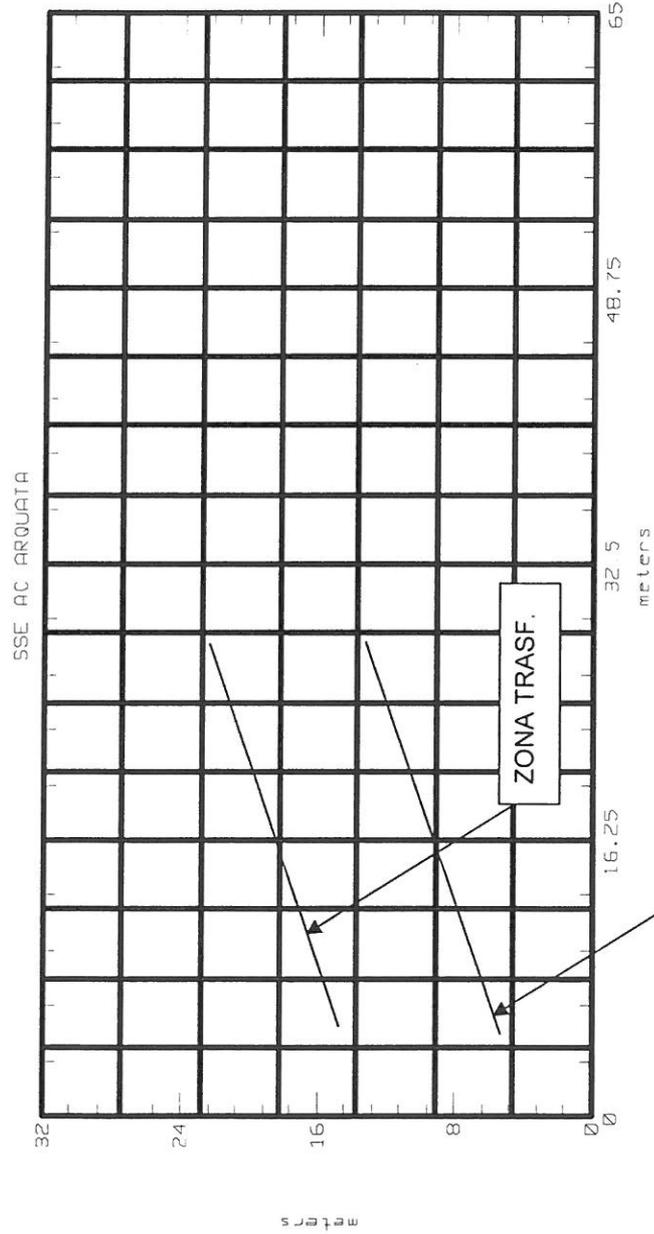
Le connessioni dei supporti delle apparecchiature alla maglia di terra verranno realizzate con duplice collegamento.

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
- 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).
- Si dovrà ricorrere all'asfaltatura della SSE 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.

Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV IR SE0301 K01	Rev D	Foglio 10 di 12
---------	------------------	-------------	---	----------	--------------------

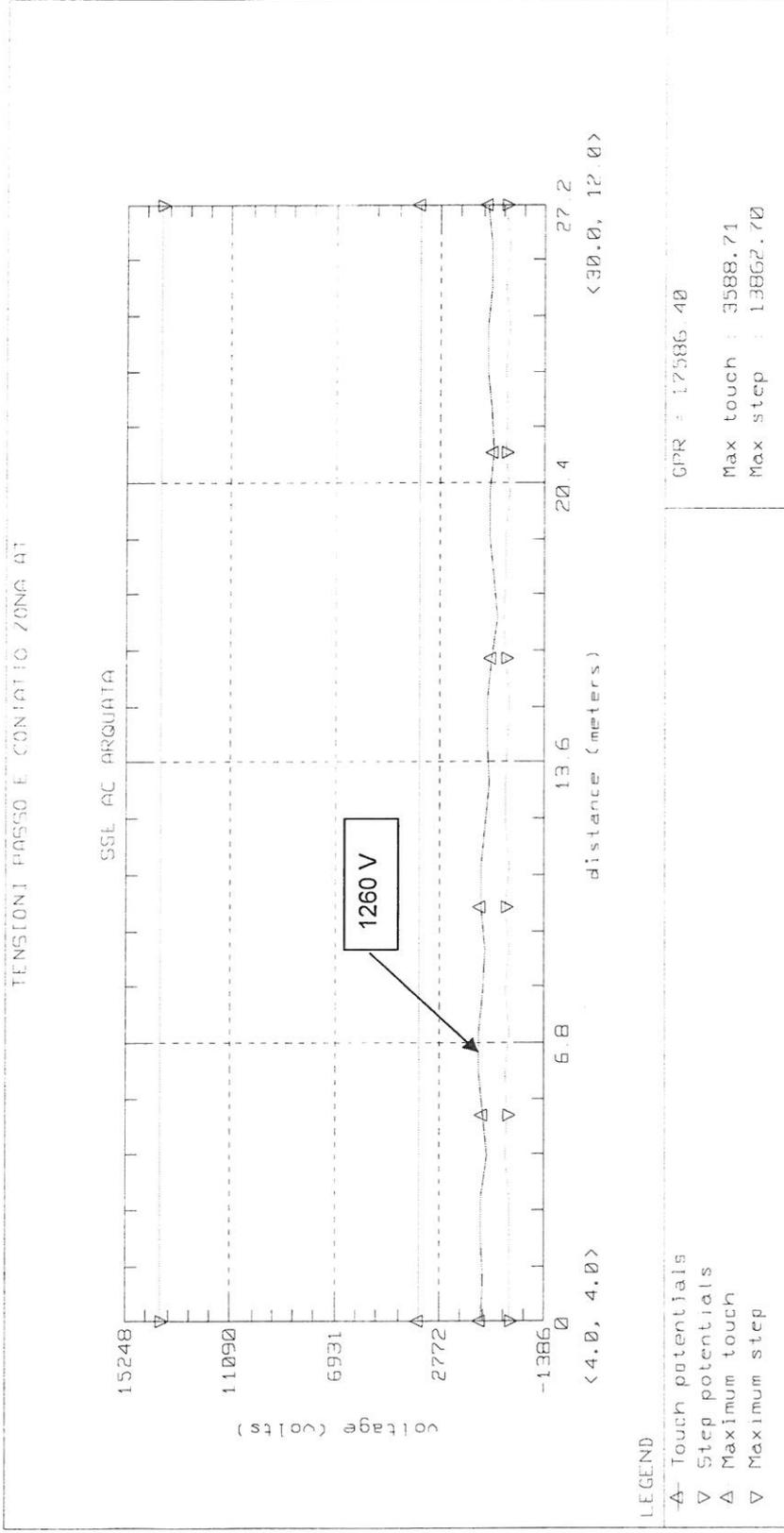
ALLEGATO 1 – MAGLIA DI TERRA SSE



Area maglia = 2100 m²
 Magliatura = 4 m
 $R_{TOT} = 3.8 \Omega$
 $\rho = 400 \Omega \text{ m}$

Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV 1R SE0301 K01	Rev D	Foglio 11 di 12
---------	------------------	-------------	---	----------	--------------------

ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA AT



GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Costruttori Edilizi



Doc. N.	Progetto A301	Lotto 00	Codifica Documento DCV IR SE0301 K01	Rev D	Foglio 12 di 12
---------	------------------	-------------	---	----------	--------------------

ALLEGATO 2 – TENSIONI DI PASSO E CONTATTO ZONA TRASFORMATORI

