



# **CEMENTI DELLA LUCANIA**

**Stabilimento:  
POTENZA**

**MOTORE AS.3F. SIEMENS**

**Matricola N. 47996**

**Pos. MOLINO POLYSIUS**

**Rapporto del 04-set-09**

**TEST DLA N.10899**

---

**D.L.A.**

Sede: 23847 Molteno (LC) Via G. Verdi, 40

tel 031-850271 fax 031-875550

## PREMESSA

Le Prove Elettriche non Distruttive DLA su macchine elettriche rotanti eseguite a macchina ferma, permettono di verificare le condizioni dei materiali isolanti con cui tali macchine sono costituite, permettendo di vedere il loro invecchiamento.

Nel corso della vita operativa ogni macchina evidenzia una tendenza al degrado dovuta principalmente a quattro cause fondamentali, di seguito descritte, ed all'accumulo di sporcizia: olio, polvere di carbonio, ossidi metallici, umidità, inquinanti in genere.

### CAUSE TERMOMECCANICHE

Le dilatazioni termiche dei vari materiali conseguenti alle variazioni di carico possono dare luogo allo scorrimento dell'isolante in punti caratteristici (estremità delle cave, canali di ventilazione) con rigonfiamenti locali o separazione degli strati isolanti.

### CAUSE MECCANICHE

Sono dovute alle vibrazioni alle quali sono sottoposti gli isolanti e le sovracorrenti che possono danneggiare soprattutto le teste di matasse producendo fratture nell'isolante.

### EFFETTI DELLA TENSIONE

Per effetto della tensione alternata alla quale è sottoposto, l'isolamento subisce un certo invecchiamento. Inoltre il dielettrico contiene inclusioni gassose nelle quali possono manifestarsi scariche parziali che nel tempo possono provocare la perforazione.

### CAUSE TERMOCHIMICHE

Nel legante possono essere presenti componenti volatili che liberandosi producono inclusioni gassose e rigonfiamenti causando la diminuzione della rigidità dielettrica e l'insorgere di scariche parziali.

L'effetto di tutte le cause di invecchiamento degli isolanti citate può essere accelerato dalla presenza di temperature di funzionamento elevate.

Le misure sono eseguite, sia con tensione continua che con tensione alternata, senza mai superare la tensione nominale di funzionamento della macchina e perciò definite non distruttive.

Il periodico controllo attraverso queste prove permette l'analisi dei dati per stabilire la curva della vita della macchina e programmare eventuali interventi di manutenzione.

## INTERPRETAZIONE DELLE MISURE DI $Tg\delta$

Un dielettrico sottoposto ad una tensione alternata tende, sia pure in misura molto piccola, a riscaldarsi. Tale riscaldamento, dovuto a una certa quantità di energia che viene dissipata nel dielettrico stesso, a lungo andare compromette le proprietà isolanti iniziali del materiale dando adito in esercizio possibili cedimenti, perforazioni, ecc. Quale indice di tale dissipazione di energia, caratteristica di ogni dielettrico ad una determinata frequenza, si assume il valore di tangendelta  $tg\delta$  (tangente dell'angolo di perdita).

Se l'esame della curva di tangendelta viene integrato con quello della curva di capacità in funzione della tensione, si può stabilire se l'aumento di tangendelta è dovuto al fenomeno di ionizzazione. Infatti in questo caso la capacità aumenta insieme al tangendelta. Sotto l'azione del campo elettrico intenso le occlusioni gassose presenti nella massa del dielettrico si ionizzano a partire da un certo valore di tensione, si formano allora ad ogni semi periodo di tensione, delle successioni di scariche brevi, irregolari in ampiezza e distribuzione che aumentano progressivamente in numero e ampiezza nel tempo. L'inizio dell'attacco si manifesta con un leggero strato polverulento di colore verde sul rame; a mano a mano che l'attacco diviene più profondo si osserva la perforazione della mica e la formazione di una polvere colore giallastro. La mica è perforata con conseguenti vuoti d'aria. L'ossigeno, sotto l'azione degli effluvi si trasforma in ozono attivo ( $O_3$ ) che combinandosi con l'azoto dell'aria, forma ossidi di azoto. Questi gas reagiscono con l'umidità presente nell'aria che assorbita dall'isolante forma acido nitrico ( $HNO_3$ ), il quale attacca non solo il legante dell'isolamento, ma anche il rame.

Allo scopo di rendere chiaro il ragionamento conviene schematizzare il concetto di misura di tangendelta relativo ad un avvolgimento di macchina elettrica rotante in Media Tensione. La macchina viene in generale considerata come un condensatore i cui elettrodi sono rappresentati da un lato dall'avvolgimento, dall'altro dalla carcassa, mentre la struttura dell'isolamento con o senza vernici, viene considerata "il dielettrico". Il valore di  $tg\delta$  è usato quale indicatore della bontà di un isolamento perché mentre il condensatore ideale (con isolamento perfetto) il vettore tensione e il vettore corrente sono fra di loro in quadratura cioè a  $90^\circ$  l'uno dall'altro, in un condensatore reale tale angolo non sarà mai perfettamente uguale a  $90^\circ$  ma si scosterà da tale valore di una quantità  $\delta$  (angolo di perdita). Quindi quanto maggiore è l'angolo  $\delta$  tanto peggiore è la qualità dell'isolamento.

La misura della funzione trigonometrica "tangente" dell'angolo  $\delta$  è particolarmente agevole con strumentazioni a "ponte" per cui è universalmente usata tale funzione  $tg\delta$  quale misura della validità di un isolamento. Il significato di tangendelta tuttavia è principalmente applicabile alle macchine in media tensione mentre non dovrebbe essere data soverchia importanza a questo elemento nel caso di macchine normali in bassa tensione ad eccezione di un indicazione generale della qualità della struttura dell'isolamento e della stabilità o meno di un avvolgimento durante il funzionamento.

## INTEGRITY LEVEL

### GRADO DI AFFIDABILITA' DIELETTRICO DELLA MACCHINA

PROVA	LIMITI DI TOLLERANZA STATORE
INDICE DI POLARIZZAZIONE IP	da 0 a 2    SCADENTE da 2 a 3    TOLLERABILE da 3 a 4    BUONO da 4 a 6    OTTIMO oltre 6    SCADENTE
RESISTENZA ISOLAMENTO RI	da 0 a 10 MΩ    SCADENTE da 10 a 100 MΩ    TOLLERABILE da 100 a 1000 MΩ    BUONA oltre 1000 MΩ    OTTIMA
TANGENTE DELTA Tg δ	oltre 160 * 10 <sup>-3</sup> SCADENTE da 80 a 160 * 10 <sup>-3</sup> TOLLERABILE da 40 a 80 * 10 <sup>-3</sup> BUONO da 0 a 40 * 10 <sup>-3</sup> OTTIMO
CAPACITA' (Variazione in %)	oltre 10 %    SCADENTE da 5 a 10 %    TOLLERABILE da 3 a 5 %    BUONA da 0 a 3 %    OTTIMA

## CONSIDERAZIONI FINALI

### STATORE

DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI POLARIZZAZIONE I.P.

ESITO **SCADENTE** su tutte 3 le FASI.

Gli avvolgimenti si presentano inquinati ma non si rilevano inneschi di scariche verso massa.

MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO R.I.

ESITO **OTTIMA** su tutte 3 le FASI.

Gli avvolgimenti presentano alti valori in mega ohm.

MISURA DEL FATTORE DI PERDITA TANGENTE DELTA

ESITO **TOLLERABILE** su tutte 3 le FASI.

Gli avvolgimenti si presentano con isolanti non perfettamente compatti e omogenei.

MISURA DEL FATTORE DI PERDITA CAPACITA'

ESITO **SCADENTE** su tutte 3 le FASI.

Gli avvolgimenti presentano fenomeni di ionizzazione in corso.

MISURA DELLA RESISTENZA OHMICA DI FASE

ESITO **EQUILIBRATE** tutte 3 le FASI

I valori omogenei delle 3 fasi escludono eventuali corto circuiti fra le spire degli avvolgimenti.

### ROTORE

MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO R.I.

ESITO **BUONA** su tutte 3 le FASI

Gli avvolgimenti presentano valori in mega ohm elevati.

### CONTROLLI VARI

FORTE INQUINAMENTO INTERNO CHE PRECLUDE PROBLEMI DI TEMPERATURA  
AVVOLGIMENTI.

**LA MACCHINA E' DIELETTRICAMENTE IN CONDIZIONI SCADENTI.  
SI CONSIGLIA LA BONIFICA DEGLI AVVOLGIMENTI.**

## DATI DI TARGA

### MOTORE ASINCRONO 3 FASE CON ROTORE A GABBIA

COSTRUTTORE	SIEMENS	POTENZA kW	490
TIPO	R2873	POTENZA kVA	
MATRICOLA N.	47996	POTENZA HP	
REPARTO		TENSIONE kV ac	3
POSIZIONE	MOLINO POLYSIUS	COLLEGAMENTO	STELLA
FUNZIONAMENTO h		CORRENTE A	114,0
Cos $\phi$	0,88	GIRI/1'	985
AVVOLGIMENTO TIPO	MATASSE UGUALI	POLI N.	6
N. MORSETTI	3	CLASSE ISOLAMENTO	B
ANNO COSTRUZIONE		ROTORE	AVVOLTO
ANNO REVISIONE		SERVIZIO	CONTINUO
ANNO RIAVVOLGIMENTO		SCALDIGLIE	
FORMA COSTRUTTIVA	ORIZZONTALE	TERMOSONDE PT100	
IM	B3	TEMP. cu °C	28
IC	APERTA	TEMP. AMBIENTE °C	28
IP		UMIDITA' RELATIVA %	33
CERTIFICATO CESI N.		V ROTORE	930
PESO MACCHINA kg		A ROTORE	310
TIPO ROTOLAMENTO	CUSCINETTI		
SIGLA INVENTARIO			
COLLAUDATO	TOSCANI E.		
PROVE ESEGUITE IN:	IMPIANTO		
DATA RILEVAMENTO	04-set-09		

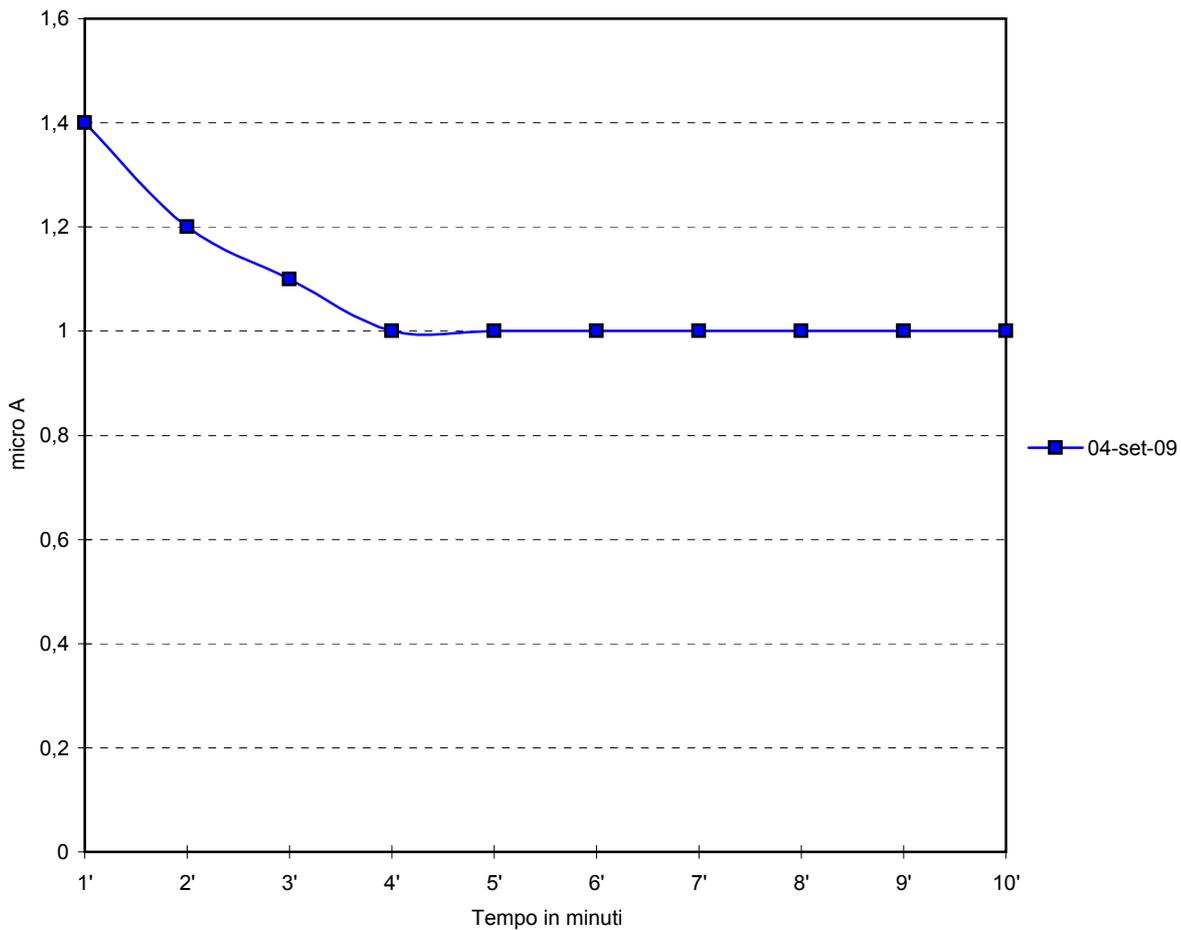
# I.P. CURVA DI POLARIZZAZIONE $\mu\text{A}$

## AVVOLGIMENTO STATORICO FASI CHIUSE A STELLA

TENSIONE DI PROVA V cc

3.000

Tempo	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
04-set-09	1,40	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

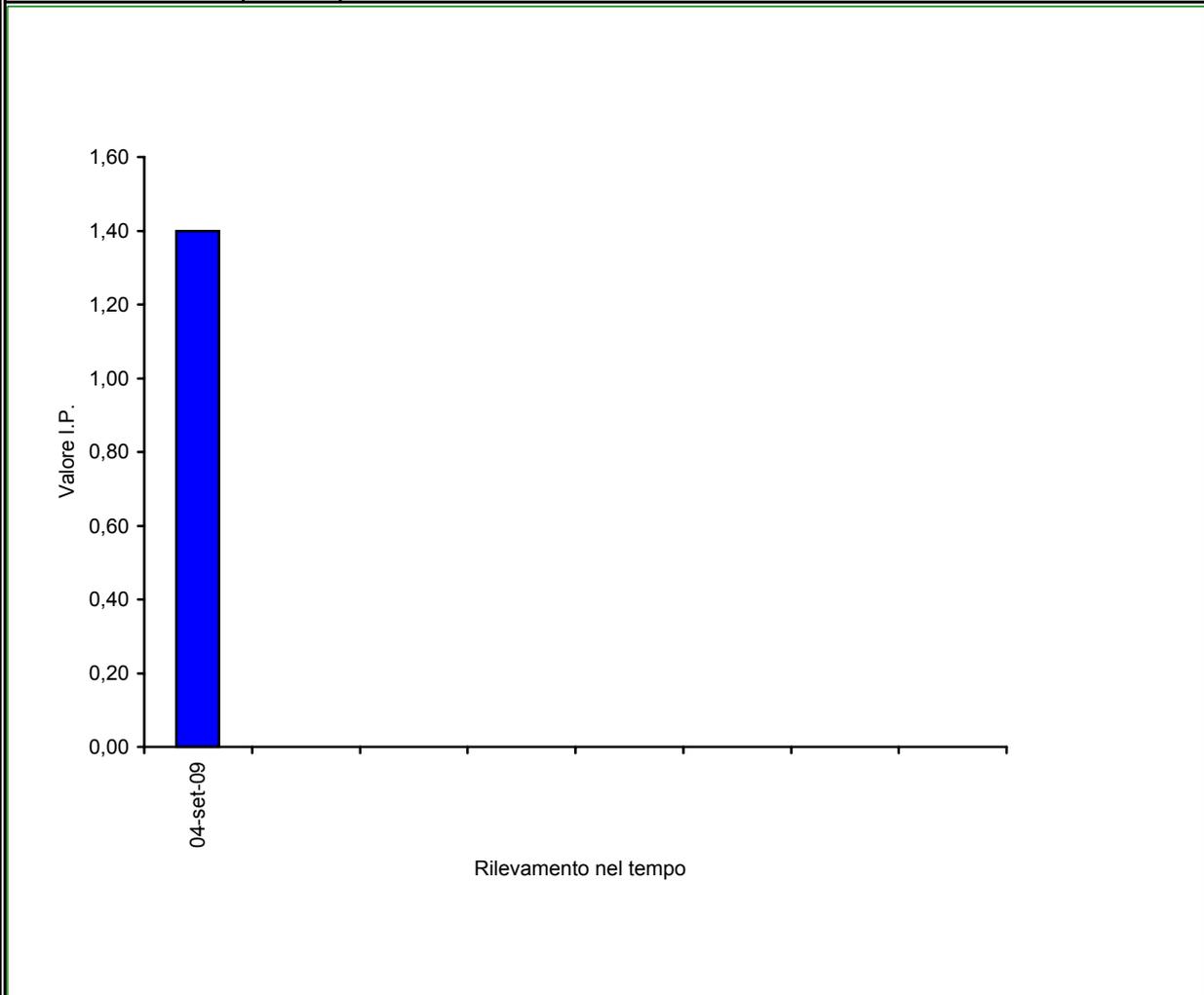


# I.P. INDICE DI POLARIZZAZIONE

## AVVOLGIMENTO STATORICO FASI CHIUSE A STELLA

TENSIONE DI PROVA V cc	3.000									
Tempo	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
04-set-09	1,40	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ESITO I.P.	1,40		SCADENTE							

04-set-09	1,40									



# R.I. RESISTENZA ISOLAMENTO MΩ

## AVVOLGIMENTO STATORICO FASI CHIUSE A STELLA

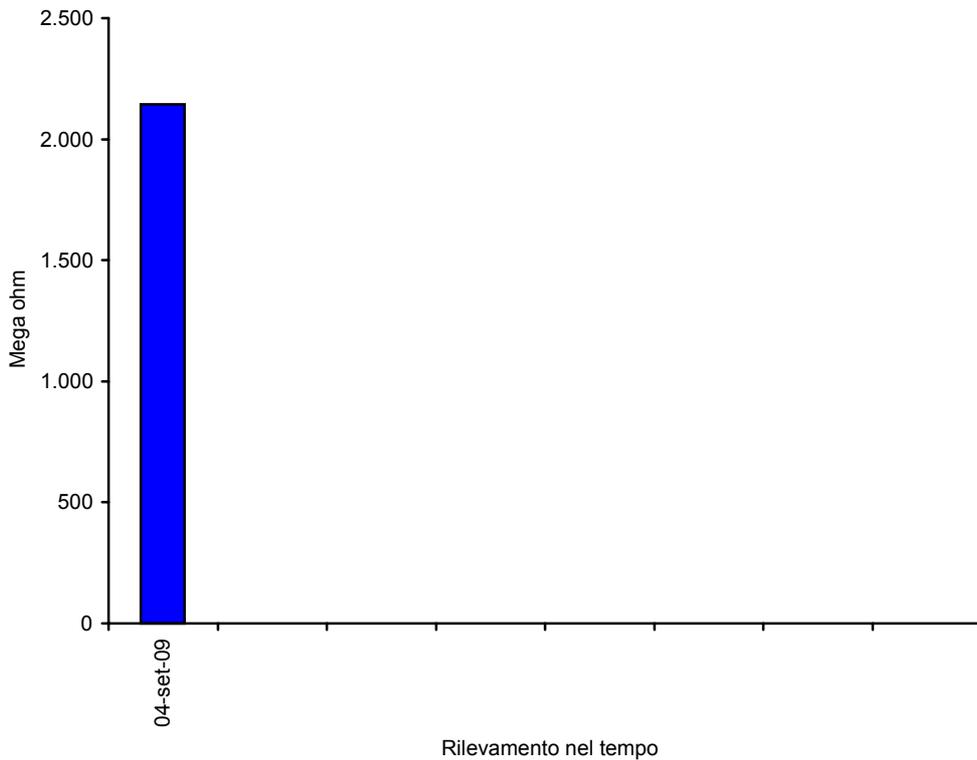
TENSIONE DI PROVA V cc

3.000

Tempo	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
04-set-09	1,40	1,20	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

ESITO R.I. a 1'      2.143 MΩ      OTTIMA

04-set-09	2.143	



# MISURE DEL FATTORE DI PERDITA

## AVVOLGIMENTO STATORICO FASI CHIUSE A STELLA

TENSIONE DI PROVA V ac	600	1.200	1.800	2.400	3.000	
<i>Misura del circuito di prova - Cu E -</i>						
Cu E	Tg $\delta$ * 10 - 3	4,40	4,40	4,60	3,80	3,80
	mA	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00
	Cu E	9,42	9,38	9,37	9,37	9,36
<i>Misura della macchina elettrica - C1 -</i>						
C1	Tg $\delta$ * 10 - 3	18,97	26,47	39,41	49,33	76,53
	mA	8,00	18,00	28,00	38,00	48,00
	C1	38,66	39,17	40,38	41,28	43,22
MILLIAMPERE TOTALI						
mA	7,00	16,00	24,00	32,00	40,00	
CAPACITA' CX						
CX=C1-Cu E	29,24	29,79	31,01	31,91	33,86	
CAPACITA' REALE						
pF=CX * CN	29.415	29.969	31.196	32.101	34.063	
(CN=capacità condensatore campione)						
TANGENTE DELTA Tg $\delta$ * 10 - 3						
Tg $\delta$ * 10 - 3	23,66	33,42	49,93	62,70	96,63	
POTENZA DISSIPATA IN WATT						
W	0,10	0,64	2,15	4,81	11,54	
POTENZA DISSIPATA PER UNITA' DI CAPACITA'						
uW/pF	3,38	21,40	69,05	149,71	338,85	
MATICOLA N. 47996						



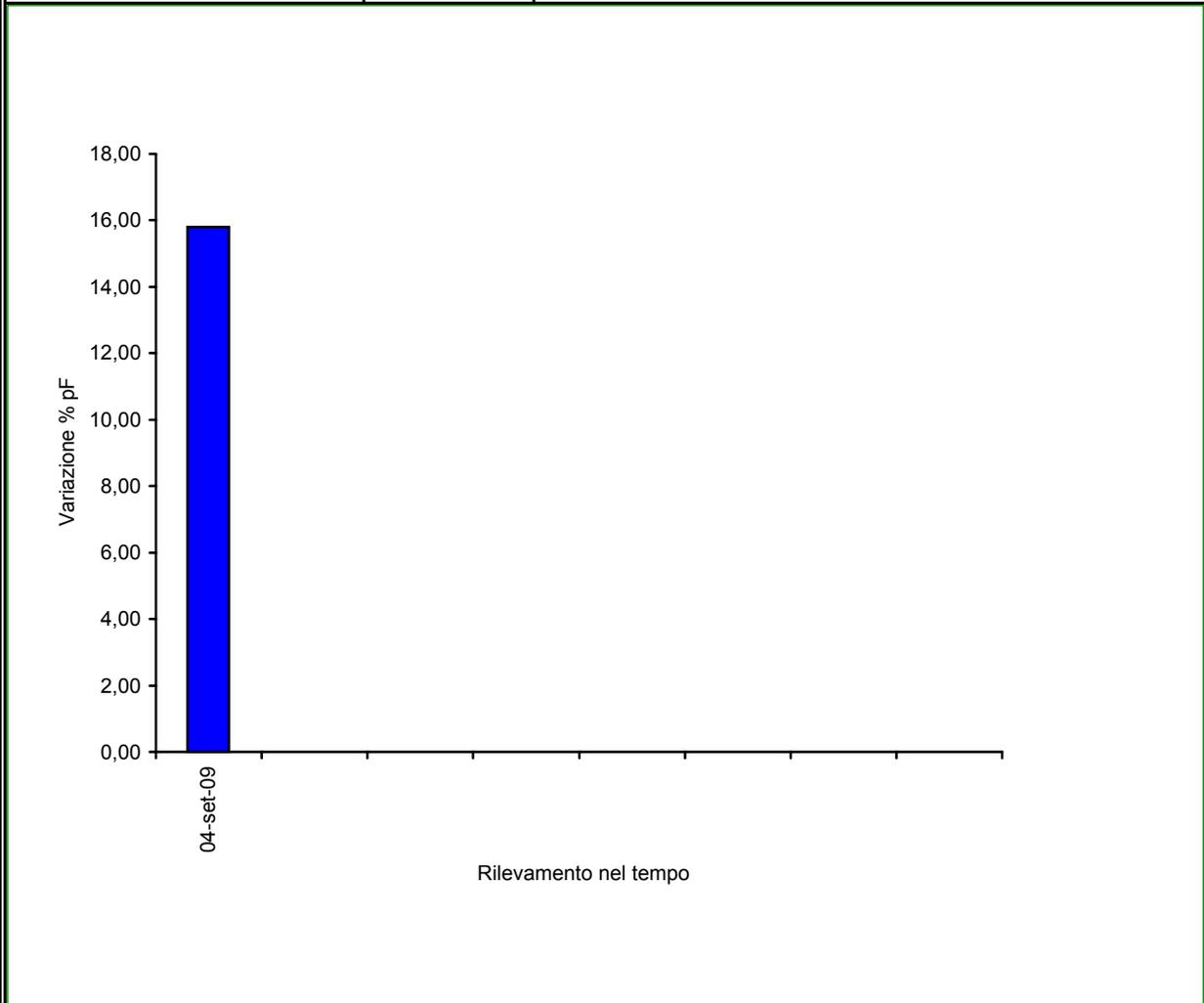


# CAPACITA' VARIAZIONE % pF

## AVVOLGIMENTO STATORICO FASI CHIUSE A STELLA

TENSIONE DI PROVA kV ac	0,6	1,2	1,8	2,4	3
04-set-09	29.415	29.969	31.196	32.101	34.063
ESITO VARIAZIONE % CAPACITA'		15,80	SCADENTE		

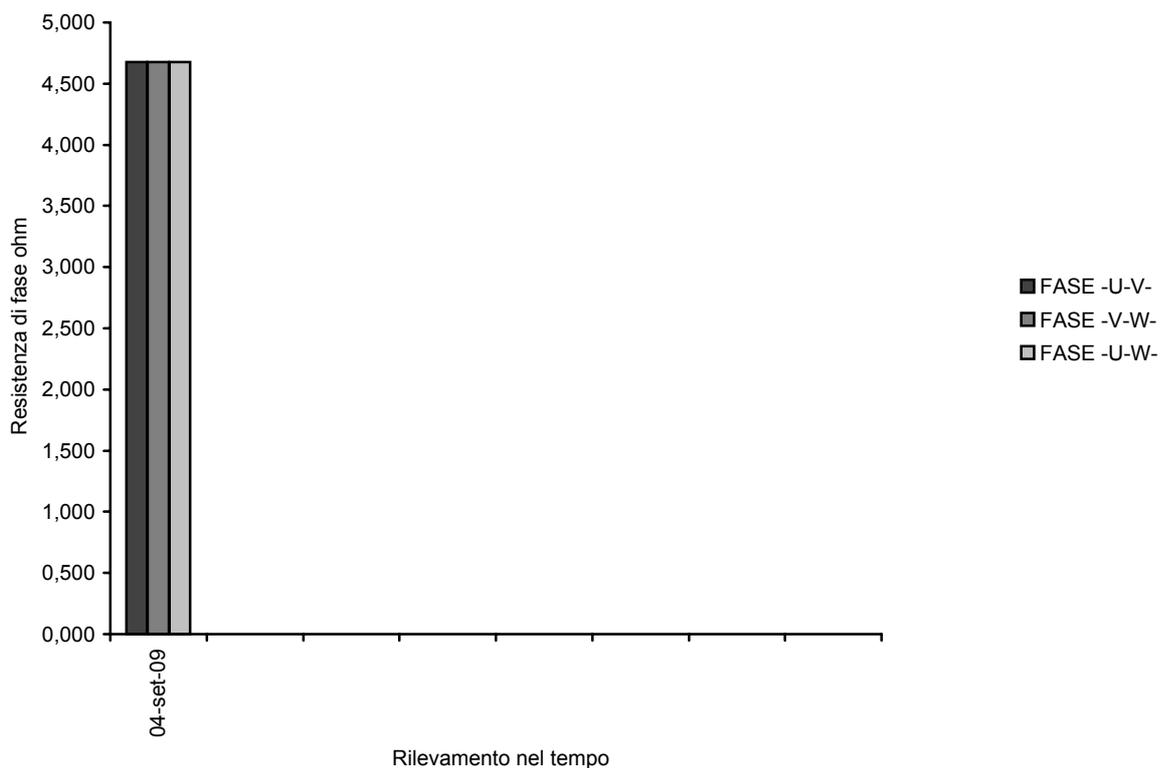
04-set-09	15,80				



## RESISTENZA DI FASE $\Omega$

### AVVOLGIMENTO STATORICO FASI CHIUSE A STELLA

	FASE -U-V-	FASE -V-W-	FASE -U-W-	TEMPERATURA cu °C
04-set-09	3,9660	3,9660	3,9660	$\Omega$ a °C 28
	4,6748	4,6748	4,6748	$\Omega$ a °C 75
ESITO RESISTENZA DI FASE EQUILIBRATE				
04-set-09	4,6748	4,6748	4,6748	



# R.I. RESISTENZA ISOLAMENTO MΩ

## AVVOLGIMENTO ROTORICO FASI CHIUSE A STELLA

TENSIONE DI PROVA V cc	930									
Tempo	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
04-set-09	1,10									
ESITO R.I. a 1'      845 MΩ      BUONA										

04-set-09	845	

