



Enzo Rizzi (rizzi)

## DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA DI TERRA DEI DISPERSORI CON EXCEL

13 February 2011

### Abstract

Per rendere efficace il coordinamento tra gli elementi di **protezione** e l'impianto di **messa a terra** delle **masse**, è necessario conoscere in forma preventiva il valore della **resistenza di terra** offerta da un sistema di dispersori. Questo programma risponde a questa necessità, fornendo il valore della resistenza per **qualsiasi tipo di dispersore** a seconda della natura del terreno, della profondità di posa e delle dimensione dei dispersori.

### Contenuto dei fogli Excel

Utilizzando le relazioni suggerite dall'analisi elettromatematica del comportamento per conduttori interrati, si determina il valore della resistenza offerta dai vari tipi di dispersori disponibili.

Tipo di terreno	Resistività del terreno $\rho$ [ $\Omega m$ ]	
	Intervallo dei valori	Valor medio
Paludoso	2 - 50	30
Argilloso	2 - 200	40
Limo e sabbia argillosa, humus	20 - 260	100
Sabbia e terra sabbiosa	50 - 3.000	200 (umido)
Torba	> 1.200	200
Chiaia umida	50 - 3.000	1.000 (umido)
Terreno pietroso e sassoso	100 - 8.000	2.000
Calcestruzzo: 1 parte cemento + 3 di sabbia	50 - 300	150
Calcestruzzo: 1 parte cemento + 5 di sabbia	100 - 8.000	400

Tabella 1 – Resistività del terreno  $\rho$  per diverse tipologie di terreno [2] [3]

### Resistività del terreno

Analizzando la natura del terreno dove verrà realizzato l'impianto, e sfruttando la tabella riportata si definisce il valore della resistività del terreno espressa in  $\Omega \cdot m$ ,

<b>Resistenza di terra di dispersore a filo</b>	
Resistività terreno in Ohm*metro <input type="text" value="150"/>	Formula di calcolo
Lunghezza conduttore in metri <input type="text" value="50"/>	$R_t = \frac{\rho t}{2 * \pi * L} * [\ln(\frac{2 * L}{rc}) + \ln(\frac{L}{p}) - 2 + \frac{2 * p}{L}]$
Profondità dispersore in metri <input type="text" value="1,5"/>	<b>Resistenza di terra del dispersore in Ohm</b> <b>5,58706</b>
Sezione del conduttore impiegato in mm <sup>2</sup> <input type="text" value="50"/>	35 mm <sup>2</sup> se corda di Rame, 50 mm <sup>2</sup> se tondo pieno in Alluminio
Raggio del dispersore in metri <input type="text" value="0,00399"/>	

Nel caso del dispersore a filo attribuendo le dimensioni e la profondità si determina il valore della resistenza.

Nel secondo foglio, con la stessa procedura si può determinare la resistenza offerta dai dispersori di varia forma e dimensioni, dispersori a picchetto, dispersori a piastra, dispersori ad anello, dispersori a maglia.

<b>Resistenza di terra dei dispersori</b>					
TIPO DI DISPERSORE	RESISTIVITA' TERRENO Ru (ohm*m)	a (m)	b (m)	L (m)	RISULTATO Rt (ohm)
PIASTRA	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="3,00"/>	<input type="text" value="4,000"/>		<b>12,792</b>
PICCHETTO Ø 12	100			<input type="text" value="1,5"/>	<b>66,667</b>
PICCHETTO Ø 18	100			1,5	<b>63,333</b>
CONDUTTORE ORIZZONTALE	100			<input type="text" value="101"/>	<b>1,980</b>
ANELLO	100	<input type="text" value="21"/>	<input type="text" value="27"/>		<b>3,125</b>
MAGLIA	100	<input type="text" value="39"/>	<input type="text" value="37"/>		<b>1,316</b>

terra04.JPG

Si riporta anche una tabella che consente di effettuare il processo inverso, entrando con il valore di resistenza che si vuole ottenere, il programma fornisce le dimensioni minime necessarie per i vari tipi di dispersori.

<b>Dal valore della resistenza alle dimensioni dei dispersori</b>					
TIPO DI DISPERSORE	RESISTIVITA' TERRENO Ru (ohm*m)	RESISTENZA DESIDERATA Rt (ohm)	AREA (a*b) (m <sup>2</sup> )	LUNGHEZZA (L) (m)	LUNGHEZZA (a+b) (m)
PIASTRA	100	13	11,62		
PICCHETTO Ø 12	100	13		7,69	
PICCHETTO Ø 18	100	13		7,31	
CONDUTTORE ORIZZONTALE	100	13		15,38	
ANELLO	100	13			11,54
MAGLIA	100	13			7,69

Ru = resistenza media del terreno (ohm\*m)  
Rt = resistenza di terra (ohm)

*terra05.JPG*

Vengono riportate delle tabelle tratte dalla normativa utili anche come verifica dei risultati.

Valori della resistenza di terra per dispersori a picchetto

Dimensioni		Resistività del terreno (Ω m)							
		50	65	80	100	150	200	250	300
L (m)	Ø (mm)	Resistenza di terra (Ω)							
1,5	12	30	39,1	48,2	60,2	90,3	120	151	181
	18	28	36,4	44,7	55,9	83,9	112	140	168
3	12	17	22,1	27,2	34	51	68	85	102
	18	16	20,7	25,5	31,9	47,8	63,7	80	95,6
6	12	9,5	12,3	15,1	18,9	28,4	37,9	47,3	56,8
	18	8,9	11,6	14,3	17,9	26,8	35,7	44,6	53,6
10	12	6,1	7,9	9,8	12,2	18,3	24,4	30,5	36,6
	18	5,8	7,5	9,2	11,6	17,3	23,1	28,9	34,7
12	12	5,3	6,8	8,3	10,4	15,6	20,8	26	31,2
	18	4,9	6,4	7,9	9,9	14,8	19,7	24,7	29,6
18	12	3,7	4,7	5,8	7,3	11	14,6	18,3	21,9
	18	3,5	4,5	5,6	6,9	10,4	13,9	17,4	20,8

*Resistenza di terra picchetti picchetti*

Dimensioni minime del dispersore di terra (norma CEI 64-8, guida CEI 64-12)

Tipo di elettrodo		Dimensioni minime	Acciaio zincato a caldo (norma CEI 7-6) <sup>a</sup>	Acciaio rivestito di rame	Rame
Per posa nel terreno	piastra	spessore (mm)	3	b	3
	nastro	spessore (mm) sezione (mm <sup>2</sup> )	3 100	b	3 50
	tondino o conduttore massiccio	sezione (mm <sup>2</sup> )	50	b	35
	conduttore cordato	Ø ciascun filo (mm) sezione corda (mm <sup>2</sup> )	1,8 50	b	1,8 35
Per infissione nel terreno	picchetto a tubo	Ø esterno (mm) spessore (mm)	40 2	b	30 3
	picchetto massiccio	Ø (mm)	20	15 <sup>c,d</sup>	15
	picchetto in profilato	spessore (mm) dim. trasversale (mm)	5 50	b	5 50

Note. <sup>a</sup> Anche acciaio senza rivestimento protettivo purché con dimensioni lineari aumentate del 50% (sezione minima 100 mm<sup>2</sup>). <sup>b</sup> Tipo e dimensioni non considerati dalla norma. <sup>c</sup> Rivestimento per deposito elettrolitico: 100 µm. <sup>d</sup> Rivestimento per trafilatura: 500 µm

Materiali e dimensioni minime dei dispersori (all. A, norma CEI 11-1)<sup>a</sup>

Materiale	Tipo di dispersore	Dimensione minima					
		corpo			rivestimento/guaina		
		diametro (mm)	sezione trasversale (mm <sup>2</sup> )	spessore (mm)	valori singoli (µm)	valori medi (µm)	
Acciaio	piattina <sup>d</sup>		90	3	63	70	
	profilato (inclusi i piatti)		90 (250)	3 (5)	63	70	
	tubo	25		2	47	55	
	barra tonda per picchetto	16 (20)			63	70	
	tondo per dispersore orizzontale	10				50	
	Con guaina di piombo <sup>c</sup>	tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	Con guaina di rame estrusa	barra tonda per picchetto	15			2000 (500)	
	Con guaina di rame elettrolitico	barra tonda per picchetto	14,2 (15)			90	100

### Dimensioni e materiali

## Conclusioni

Si voleva consentire, a chi deve effettuare calcoli ripetuti per la determinazione della resistenza di terra dei dispersori, una rapida esecuzione, senza costringerlo all'applicazione delle formule che diversi autori propongono.

Questo programma può essere utilizzato anche per effettuare un diretto confronto tra

dispersori di configurazione diversa, scegliendo quella tipologia che meglio si adatta alla struttura edile di cui l'impianto fa parte.

Il contenuto è stato elaborato a partire dalle relazioni analitiche ampiamente sviluppate nei testi di impianti elettrici di diversi autori e case editrici, attualmente disponibili e su manuali e pubblicazioni delle case costruttrici di componenti per l'elettrotecnica e l'automazione industriale. Il lavoro si articola nell'esecuzione del singolo programma, sviluppato su foglio elettronico, su tutte le problematiche sopra menzionate.

## **Considerazioni sull'utilizzazione in campo progettuale**

Il programma è stato opportunamente testato, sia come risultato numerico che come possibile integrazione al normale lavoro didattico dell'insegnante nella presentazione dell'unità didattica in argomento.

La presentazione del progetto da parte dell'insegnante conclude lo sviluppo teorico e l'applicazione numerica relativa, integrando e chiarendo l'aspetto della dipendenza del risultato dai dati d'ingresso (variabili) del problema affrontato, poiché si può modificare a piacere gli elementi numerici e le scelte progettuali.

Gli allievi che, sotto attenta guida dell'insegnante hanno utilizzato i vari programmi hanno dimostrato di apprezzarne i contenuti e di saperne fare buon uso per risolvere i vari problemi che s'incontrano nella normale realizzazione progettuale nel settore degli impianti e della automazione industriali ed in quelli della produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.

In ogni caso ogni proposta che consentirà al sottoscritto e ai suoi studenti di migliorarne il contenuto, sarà gradita e presa in seria considerazione anche in previsione di nuove realizzazioni nello stesso settore.

Il lavoro può presentare errori, imprecisioni e lacune, il sottoscritto non si assume responsabilità, che non siano quelle derivate da utilizzazione esclusivamente didattica e mette in guardia chi non conoscendo a fondo le problematiche progettuali nel settore elettrico, faccia uso improprio dei risultati ottenuti.

## **Download**

### **[Calcolo resistenza di terra conduttore rettilineo \(version 1\)](#)**

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Rizzi:determinazione-della-resistenza-di-terra-offerta-dai-dispersori-excel>"