



Emilia - Romagna

UNAE Emilia - Romagna (già AIEER)

Albo delle Imprese Installatrici Elettriche
Qualificate dell'Emilia Romagna
c/o ENEL S.p.A. - Via C. Darwin,4
40131 Bologna
Tel. 051 6347139 - Fax 051 4233061
C.F. 92027230371 - P.I. 00870811205
www.unae.it - E mail: unaebo@tin.it

Bologna, 10 novembre 2011

- Alle Imprese in indirizzo
- Agli aderenti art. 4 Statuto e p.c.
- Ai consiglieri dell'Albo
- Ai componenti del C.T.A. Loro Sedi

Prot. GN/67/11

CIRCOLARE n. 07/11

Oggetto: **Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV**
Nuova norma CEI EN 50522

La norma europea CEI EN 50522 (CEI 99-3), in vigore dal 1° aprile 2011, sostituisce la norma CEI 11-1 per la parte riguardante la messa a terra degli impianti a tensione superiore a 1 kV.¹ La norma CEI 11-1 rimane comunque applicabile fino al 01/11/2013.²

1. Scopo

Scopo della Norma è di fornire le prescrizioni per la progettazione e la costruzione dei sistemi di messa terra di impianti elettrici con tensione nominale superiore a 1 kV in c.a., tali da provvedere alla sicurezza delle persone e degli impianti stessi.³ Di seguito vi illustriamo le principali novità rispetto alla precedente norma CEI 11-1.

2. Criteri di sicurezza (Art. 4)

La sicurezza delle persone è ritenuta accettabile quando, a seguito di un guasto a terra, in nessuna parte dell'impianto vengano superati i limiti massimi della tensione di contatto ammissibile U_{Tp} , tenendo conto del tempo di eliminazione del guasto. I limiti di U_{Tp} sono stati determinati assumendo le seguenti condizioni:

- percorso della corrente da una mano ai piedi;
- considerando un valore di impedenza del corpo umano con una probabilità del 50 %;
- ammettendo un 5% di probabilità di fibrillazione ventricolare;
- nessuna resistenza aggiuntiva (ad es. guanti o calzature).

È regola generale che, osservando le prescrizioni per la tensione di contatto, vengano soddisfatte le prescrizioni per la tensione di passo, perché i limiti delle tensioni di passo sono maggiori di quelli di contatto a causa del diverso percorso della corrente attraverso il corpo (art. 4.3). In pratica non è più necessario misurarle.

La nuova curva di sicurezza è leggermente variata. In fig. 1 è raffrontata la nuova curva in tratto continuo con la precedente tratteggiata. In tabella sono riportati i valori numerici (Tabella B.3 della norma, allegato B).

Durata del guasto t_f (s)	Valori limite di U_{Tp} in funzione della durata t_f del guasto Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (V)	
	CEI EN 50522	CEI 11-1
0,10	654	660
0,50	220	220
0,64	165	150
0,72	140	125
1,00	117	112
2,00	96	91
5,00	86	81
10,00	85	80
> 10	80	75

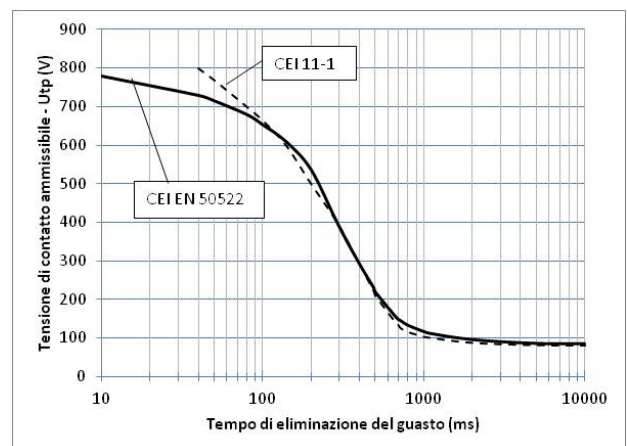


Fig. 1 – Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} in funzione del tempo di eliminazione del guasto t_f

¹ Precisamente sostituisce il capitolo 9 e gli allegati da A ad R dell'esistente norma CEI 11-1.

² L'intera norma esistente CEI 11-1 viene sostituita dalla norma in oggetto e dalla norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV- Parte 1: prescrizioni comuni", che sarà oggetto di una prossima circolare.

³ Le prescrizioni generali sugli impianti di terra sono indicate anche nel cap. 10 della norma CEI EN 61936-1 e relativi allegati, che fornisce nuove prescrizioni sulle cabine MT e sulle stazioni AT.

La novità più rilevante è che per durate del guasto superiori a 10 s la U_{Tp} passa da 75 V a 80 V (questa condizione riguarda gli impianti MT alimentati dalla rete pubblica a neutro compensato, che sono ormai la maggioranza, allo scopo di consentire l'individuazione del tronco guasto).

3. Dimensionamento per il rispetto delle tensioni di contatto ammissibili (Art. 5.4)

Le tensioni di contatto ammissibili U_{Tp} (fig. 1) sono rispettate quando è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- C1: l'impianto considerato è parte d un impianto di terra globale (quasi mai, si veda al punto 7);
- C2: il valore della tensione totale di terra U_E , determinato con misure o calcoli ($U_E = Z_E \times I_E$), non supera il doppio del valore della tensione di contatto ammissibile U_{Tp} ($U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$).⁴ Nota: la norma CEI 11-1 ammetteva un valore inferiore: $U_E \leq 1,5 \cdot U_{Tp}$.

Se la condizione C2 non viene rispettata, ma la tensione totale de terra U_E non supera di quattro volte la tensione di contatto ammissibile U_{Tp} , per rispettare le condizioni di sicurezza si possono adottare gli idonei provvedimenti M descritti nell'allegato E (invariati rispetto alla CEI 11-1). I provvedimenti M consentono di evitare tensioni di contatto pericolose mediante interventi di isolamento delle pareti/recinzioni/posti di manovra, oppure interventi di equipotenzializzazione.

Il diagramma di flusso di fig. 2 rappresenta la procedura di progettazione di un impianto di terra ai fini del rispetto delle tensioni di contatto ammissibili. Nota: nella nuova norma è venuta meno la distinzione fra impianti della distribuzione pubblica e gli impianti utilizzatori.

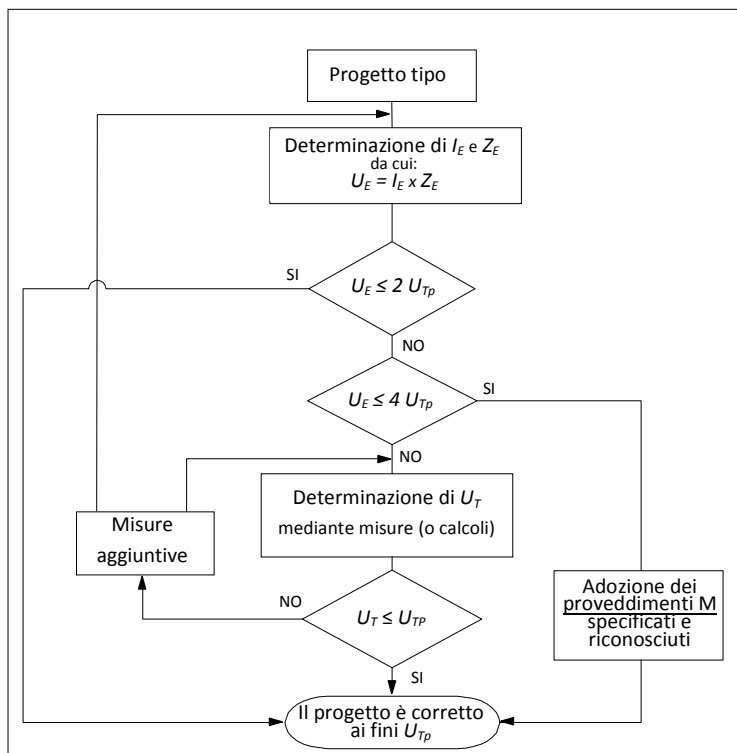


Fig. 2 – Progetto di un impianto di terra che non fa parte di un impianto di terra globale, con riguardo alla tensione di contatto ammissibile U_{Tp} in relazione alla tensione totale di terra U_E o alla tensione di contatto U_T

I_E : corrente di terra (corrente che fluisce verso l'impianto di terra, in caso di guasto) - Nota: I_E è generalmente inferiore alla corrente di guasto I_F tenendo conto del fattore di riduzione r quando una parte della corrente di guasto viene dispersa da altri impianti di terra in parallelo ($I_E = r \cdot I_F$, dove $r < 0$); ad es. la norma CEI 0-16 art. 8.5.5.1 indica $r = 0,7$ per le cabine MT interconnesse alla rete pubblica tramite lo schermo dei cavi MT. Quando il fattore di riduzione non è determinabile, in via cautelativa si assume $I_E = I_F$.

Z_E : impedenza di terra (impedenza tra un punto specifico in un impianto e la terra di riferimento; normalmente si parla di "resistenza di terra")

U_E : tensione totale di terra (tensione tra un impianto di terra e la terra di riferimento)

U_{Tp} : tensione di contatto ammissibile (massima tensione di contatto ammessa, determinata in base alla curva di sicurezza di fig. 1)

U_T : tensione di contatto effettiva (misurata applicando il metodo di "iniezione di corrente" cioè facendo disperdere una corrente di prova all'impianto di terra e moltiplicando i valori misurati per il rapporto tra la corrente di terra e la corrente di prova)

4. Dimensionamento con riferimento al comportamento termico (Art. 5.3)

La principale novità è che per i sistemi a neutro isolato o a neutro compensato, cioè per le cabine MT allacciate alla rete pubblica di distribuzione, il dispersore deve resistere anche alle sollecitazioni termiche dovute alla corrente di "doppio guasto monofase a terra".⁵ Invece la norma CEI 11-1 indicava come condizione sufficiente il rispetto delle

⁴ È consigliabile, ove possibile, che la tensione totale di terra U_E non superi il valore di U_{Tp} , allo scopo di assicurare l'assenza di eventuali tensioni trasferite potenzialmente pericolose. In mancanza di tale condizione, occorre sempre verificare l'assenza di tensioni trasferite.

⁵ Nelle reti a neutro isolato o compensato il doppio guasto a terra si può verificare quando, durante un primo guasto a terra in un determinato punto della rete, si verifica un secondo guasto a terra su un'altra fase e in un altro punto della rete. La probabilità del doppio guasto a terra aumenta nelle reti a neutro compensato che hanno generalmente un elevato tempo di eliminazione del primo guasto per consentire l'individuazione del punto di guasto (sezionamento del tronco guasto). La corrente di doppio guasto a terra I'_{KEE} può essere calcolata oppure assunta pari all'85% della corrente di cortocircuito iniziale simmetrica trifase (per gli impianti MT allacciate alla rete pubblica, considerando in via cautelativa la massima corrente di cortocircuito pari a 12,5 kA, abbiamo: $I'_{KEE} = 12,5 \times 0,85 = 10,8$ kA – oppure il valore di I'_{KEE} può essere richiesto al distributore; ad es. Enel Distribuzione, per le reti a neutro compensato a 15 kV, richiede il dimensionamento termico per un valore di corrente di 10,6 kA e un tempo di eliminazione del guasto di 340 ms).

sezioni minime che ora sono indicate nell'allegato C (normativo) e che non hanno subito variazioni (ad es. 25 mm² per la corda di rame nudo).⁶

Nell'art. 5.2.1 e nell'allegato N viene confermata la possibilità di utilizzare come dispersore di terra le armature del calcestruzzo, che hanno anche la funzione di equipotenzialità e di schermatura elettromagnetica associata a correnti ad elevata frequenza. Le modalità di posa dei dispersori e dei conduttori di terra sono riportate nell'allegato K che non ha subito sostanziali modifiche.

5. Misure (Art. 8 – Allegati H, L e M)

Si devono eseguire misure dopo la costruzione dell'impianto di terra per verificare l'adeguatezza del progetto. Le misure devono comprendere l'impedenza dell'impianto di terra e, se la tensione totale risultante ($Z_E \times I_E$) è superiore al doppio della U_{Tp} ammessa, le tensioni di contatto. Quando la tensione totale è superiore alla UTP ammessa, occorre verificare l'assenza dei potenziali trasferiti.

Quando si misurano le tensioni di contatto con l'iniezione di corrente nell'impianto di terra in prova, sono possibili due scelte:

- misurare le tensioni di contatto a vuoto utilizzando un voltmetro ad alta impedenza; *Nota: questa opzione costituisce una novità rispetto alla norma CEI 11-1;*
- oppure misurare le tensioni di contatto reali che si manifestano ai capi di una resistenza appropriata che simula il corpo umano, in pratica 1000 Ω come stabilito dall'allegato H (generalmente la misura si esegue con un voltmetro ad alta impedenza, inserendo una resistenza di 1000 Ω in parallelo all'ingresso dello strumento).

6. Provvedimenti per evitare potenziali trasferiti da impianti in MT o AT a impianti in BT (Art. 6)

Quando un impianto BT è completamente ricompreso all'interno dell'area interessata dall'impianto di terra della cabina MT o della stazione AT (ad es. uno stabilimento industriale alimentato in MT con propria cabina di trasformazione), all'impianto di terra che deve essere unico, va collegato anche il neutro dell'impianto BT (sistema TN).

Se invece le alimentazioni BT sono uscenti o entranti da impianti di terra MT o AT (ad es. negli impianti BT dei distributori pubblici che hanno origine in una cabina MT/BT), l'interconnessione dei due impianti di terra (in pratica il collegamento del neutro BT all'impianto di terra della cabina MT o AT) è possibile solo quando sono rispettati i requisiti minimi indicati nella seguente tabella. Ciò ai fini della sicurezza per quanto riguarda la tensione di contatto e la tensione di tenuta delle apparecchiature alimentate in BT.⁷

Requisiti minimi per l'interconnessione di impianti di bassa e alta tensione basati sui limiti della Tensione Totale di Terra U_E				
Tipo di sistema BT		Tensione di contatto	Tenuta di tensione ⁽¹⁾	
			Durata del guasto $t_f \leq 5s$	Durata del guasto $t_f > 5s$
TT		Non applicabile	$U_E \leq 1200 V$ ⁽³⁾	$U_E \leq 250 V$
TN		$U_E \leq F \cdot U_{Tp}$ ⁽²⁾		
IT	Conduttore PE distribuito			
	Conduttore PE non distribuito	Non applicabile		

Note

⁽¹⁾ Se sono installate apparecchiature appropriate il limite può essere aumentato, oppure l' U_E può essere sostituita da differenze di potenziale locali basate su calcoli o misure.

⁽²⁾ Se il PEN o il conduttore di neutro BT è connesso al solo impianto di terra MT o AT (come di norma avviene nelle normali utenze industriali con sistema TN) il valore di F è 1. Per gli altri casi il valore tipico di F è 2 (in casi particolari possono essere applicati valori di F maggiori, fino a 5).

⁽³⁾ La CEI 11-1 prevedeva solo 500 V; questa decisione appare correlata al generale aumentato livello di tenuta dell'isolamento attualmente garantito dalle apparecchiature alimentate in BT.

7. Impianto di terra globale

L'impianto di terra globale non è più una prerogativa degli impianti pubblici di distribuzione o trasmissione, come era previsto dalla norma CEI 11-1.⁸ Pertanto, qualora ne sussistano le condizioni, i relativi benefici possono essere

⁶ In pratica, tenendo conto di un valore di I''_{kEE} di 10,8 kA e un tempo di eliminazione del guasto di 170 ms (norma CEI 0-16), nelle cabine MT con impianto di terra costituito generalmente da un anello che collega 4 picchetti, la sezione di 25 mm² di rame si può ritenere adeguata, salvo per i conduttori di terra a monte del DG (interruttore utente) per i quali è necessaria una sezione minima di 35 mm² (considerando il tempo di eliminazione del guasto di 340 ms fornito dal distributore – vedo nota 5).

⁷ Se l'impianto BT ha il neutro a terra interconnesso con l'impianto di terra MT o AT, in caso di guasto a terra dell'impianto MT o AT sono sollecitate, dal punto di vista dielettrico, le apparecchiature BT la cui massa è collegata a terra in modo indipendente (sistema TT).

⁸ L'impianto di terra globale fu introdotto dalla norma CEI 11-1 limitatamente alle reti di trasmissione o distribuzione del Distributore pubblico ed agli impianti utilizzatori alimentati in AT o in MT collegati all'impianto di terra globale ed in esso inclusi. In pratica il ricorso all'impianto

estesi anche agli impianti utilizzatori, infatti l'impianto di terra globale è la condizione sufficiente per assicurare l'assenza di tensioni di contatto pericolose U_{Tp} (art. 5.4.2)

Per impianto di terra globale si intende un impianto di terra realizzato con l'interconnessione di più impianti di terra singoli che assicura, data la vicinanza degli impianti stessi, l'assenza di tensioni di contatto pericolose. Tali impianti permettono la ripartizione della corrente di terra negli impianti di terra singoli, di conseguenza si riduce l'aumento del potenziale di terra, formando così una superficie quasi-equipotenziale.

L'esistenza di un impianto di terra globale può essere determinata con misure a campione o con sistemi tipici di calcolo. Tuttavia, per identificare tali aree non vi sono esempi o algoritmi mirati, anche se l'allegato O della norma (informativo) fornisce indicazioni in merito che, essendo abbastanza generiche, sono di difficile applicazione. In pratica quindi, almeno per gli impianti utilizzatori, l'impianto di terra globale è più una possibilità teorica che pratica in quanto diventa molto difficile stabilire l'area praticamente equipotenziale.

8. Provvedimenti specifici per la messa a terra di componenti e di impianti - Posti di trasformazione e/o sezionamento su palo (Allegato G)

L'allegato G (normativo) descrive i provvedimenti specifici per la messa a terra di componenti e di impianti che necessitano di particolare attenzione (*Nota: invariato rispetto alla CEI 11-1 tranne che per i posti di trasformazione su palo che sono di quasi esclusiva pertinenza dei distributori pubblici*):

- *Circuiti secondari di trasformatori di misura:*
Devono essere messi a terra il più vicino possibile ai terminali dei trasformatori, con una sezione minima di 2,5 mm² (4 mm² se il conduttore di terra non è protetto meccanicamente)
- *Tubazioni:*
Le tubazioni metalliche all'interno della stazione elettrica devono essere generalmente collegate all'impianto di terra. Per evitare la presenza di tensioni trasferite, le tubazioni provenienti dall'esterno dell'impianto dovrebbero essere in materiale isolante, oppure isolate con giunti isolanti.
- *Rotaie di trazione:*
Le rotaie di linee non elettrificate devono essere collegate all'impianto di terra. Al confine dell'area della cabina elettrica devono essere inseriti idonei giunti d'isolamento.
- *Recinzioni intorno ad impianti di stazioni elettriche:*
Le recinzioni metalliche nude devono essere messe a terra in più punti (ad es. in ogni angolo) mediante collegamento all'impianto di terra (ad es. recinzioni dentro l'impianto di terra) oppure con dispersori separati (ad es. per recinzioni fuori dall'impianto di terra). Le aperture delle recinzioni (ad es. cancelli) devono essere collegate per garantire l'assenza di potenziali pericolosi tra le parti.
- *Posti di trasformazione e/o sezionamento su palo:*
Questi impianti sono di pertinenza quasi esclusiva dei distributori pubblici. Le condizioni di sicurezza del posto di manovra possono essere raggiunte con provvedimenti specifici (ad es. apparecchiature isolanti) oppure mediante il progetto dell'impianto di terra (quest'ultima opzione costituisce una novità rispetto alla norma CEI 11-1).

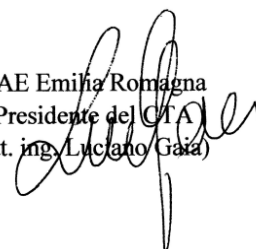
9. Manutenibilità - Verifiche periodiche (Art. 9)

Gli impianti di terra devono essere realizzati in modo tale da poterne verificare le condizioni mediante ispezioni e/o misure da eseguire periodicamente o a seguito di importanti modifiche.

È stato eliminato ogni riferimento alla frequenza delle verifiche periodiche (la norma CEI 11-1 prevedeva intervalli di tre anni per gli impianti utilizzatori e di sei anni per gli impianti di distribuzione pubblica). Tuttavia, la frequenza delle verifiche periodiche degli impianti utilizzatori non potrà mai essere inferiore a quella obbligatoria per legge derivante dal DPR 462: due anni per gli impianti installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio o luoghi con pericolo d'esplosione e cinque anni per tutti gli altri impianti.

Restando a disposizione per ogni chiarimento che riterrete necessario, Vi inviamo i nostri migliori saluti.

UNAE Emilia Romagna
Il Presidente del CTA
(dott. ing. Luciano Gaia)



di terra globale non si è esteso come sarebbe stato lecito attendersi, principalmente a causa della difficoltà/onerosità nell'individuazione e certificazione degli impianti globali.