

INDICE

1	OBIETTIVO E AMBITO DI APPLICAZIONE	3
2	GESTIONE VERSIONI DEL DOCUMENTO	3
3	UNITÀ RESPONSABILE DEL DOCUMENTO	3
4	RIFERIMENTI	3
5	ALLOCAZIONE NELLA TASSONOMIA DEI PROCESSI	4
6	DEFINIZIONI E ACRONIMI	5
7	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	12
7.1	Ruoli e responsabilità	12
7.2	Impianto di terra non compreso in un impianto di terra globale	12
7.2.1	Dimensionamento e progettazione	12
7.2.2	Realizzazione dell'impianto di terra	28
7.2.3	Elementi da collegare all'impianto di terra	29
7.2.4	Verifica dell'efficienza dell'impianto di terra in servizio	31
7.3	Verifica degli impianti di terra degli impianti secondari	45
7.3.1	Adeguamento degli impianti di terra in caso di variazioni significative e permanenti	49
7.3.2	Misura della resistenza di terra o dell'impedenza di terra	50
7.3.3	Determinazione della tensione totale di terra	50
7.3.4	Misura delle tensioni di contatto	51
7.3.5	Documentazione	51
7.3.6	Registrazione dei dati di verifica dell'impianto di terra di cabina	52
7.4	Collegamento a terra del centro stella - neutro BT	52
7.5	Impianto di terra facente parte di un impianto di terra globale	53
7.5.1	Criteri grafici per individuare aree con alta concentrazione di impianti di terra	53
7.5.2	Verifica iniziale di IdTG (anno 0)	54
7.5.3	Verifiche periodiche dell'IdTG	56
7.5.4	Documentazione	58
7.5.5	Criteri realizzativi	59
7.6	Appendice 1	59

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

8	ALLEGATI	70
8.1	Allegato 1: Verbale di verifica impianto di terra di PTP/sezionamento su palo	70
8.2	Allegato 2: Scheda certificazione impianto di terra globale	72

IL RESPONSABILE
ESERCIZIO E MANUTENZIONE

Andrea CAREGARI

1 OBIETTIVO E AMBITO DI APPLICAZIONE

Il presente documento definisce le modalità di progettazione, esecuzione, esercizio e verifica periodica degli impianti di terra dei nodi di trasformazione e sezionamento della rete MT nel rispetto della Normativa vigente.

Il presente documento trova applicazione in e-distribuzione SpA.

2 GESTIONE VERSIONI DEL DOCUMENTO

Versione	Data	Descrizione della revisione
01	21/12/2020	Prima emissione – Il presente documento annulla e sostituisce le DK 4461 e ex DK 4460.

3 UNITÀ RESPONSABILE DEL DOCUMENTO

Responsabile dell'elaborazione del documento:

- e-distribuzione: Esercizio e Manutenzione

Responsabili dell'autorizzazione del documento:

- e-distribuzione: Salute, Sicurezza e Ambiente;
- e-distribuzione: Qualità;
- e-distribuzione: Sviluppo Rete;
- e-distribuzione: Pianificazione e Controllo;
- e-distribuzione: Area Territoriali Nord Ovest, Nord, Centro Nord, Lazio Sicilia, Adriatica, Sud.

4 RIFERIMENTI

- Codice Etico Enel;
- Piano di Tolleranza Zero alla Corruzione (TZC);
- Modello di Organizzazione e Gestione D. Lgs. 231/2001;
- Policy n. 1 "Gestione dei dati e delle informazioni in e-distribuzione";
- Policy n. 2 "Codice di comportamento per il personale di e-distribuzione adottato ai sensi del Testo Integrato Unbundling Funzionale (TIUF) emanato dall'AEEGSI (Delibera 296/2015/R/Com)";
- Procedura Organizzativa n. 551 "Process-related organizational documents governance";
- Decreto legislativo n. 81/08 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i.;
- Decreto legislativo n. 151/11 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122";
- Decreto Ministeriale del 15 luglio 2014 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³";

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- Guida CEI 99-6 Guida per l'esecuzione delle verifiche degli impianti di terra dei punti di trasformazione e/o sezionamento sul palo con tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 11-27 "Lavori su impianti elettrici";
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativo alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi";
- Norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. (classificazione italiana CEI 99-3)";
- Criteri di sviluppo della rete di distribuzione;
- GE25 Esercizio del neutro nelle reti MT;
- Prescrizioni integrative per la Prevenzione del Rischio Elettrico (PRE);
- Prescrizione Tecnica n. 002/O&M "Progettazione e costruzione dei posti di trasformazione su palo";
- Prescrizione Tecnica n. 003/O&M "Progettazione e costruzione delle cabine secondarie MT/BT";
- Prescrizione Tecnica n. 004/O&M "Progettazione e costruzione delle linee MT in cavo aereo";
- Guida Linee MT in conduttori nudi - Ed 2 ago 04
- DK 4281 Impianti di terra degli impianti primari.
- Relazione Tecnica: "Simulazione dell'andamento del potenziale totale di terra nell'intorno dei dispersori degli impianti installati su palo (PTP e/o SEZ) e delle Cabine Secondarie".

5 ALLOCAZIONE NELLA TASSONOMIA DEI PROCESSI

Value Chain/Area: Network Management

Macro Process: Operation and Maintenance

Level 2 Process: Network Operation

6 DEFINIZIONI E ACRONIMI

Termine	Descrizione
CAC	Calcestruzzo Armato Centrifugato
Condizioni ordinarie di esercizio	Configurazione di esercizio della rete MT che permane per almeno il 95% del tempo (indicativamente pari a 345 ÷ 350 gg all'anno), con riferimento sia alle condizioni di alimentazione, sia ai sezionamenti, sia alla modalità di gestione dello stato del neutro della rete MT. Nel rimanente 5% rientrano, quindi, condizioni diverse di alimentazione o di gestione dello stato del neutro non classificabili come variazioni significative e permanenti.
Conduttore di terra	Conduttore che realizza un collegamento, o parte di un collegamento conduttivo, tra un dato punto in un sistema, in un impianto o apparecchiatura e un dispersore. Nota – Quando il collegamento tra una parte dell'impianto ed il dispersore è realizzato per mezzo di giunzioni scollegabili, sezionatori, scaricatori spinterometrici, contascariche di scaricatori, ecc., si considera conduttore di terra solamente la parte del collegamento permanentemente connessa al dispersore.
Conduttore equipotenziale di protezione.	Conduttore che assicura un collegamento equipotenziale.
Conduttore PEN	Conduttore che in un sistema di bassa tensione svolge sia la funzione di conduttore di protezione che di conduttore di neutro.
CP	Cabina Primaria – Impianto di trasformazione AT/AT o AT/MT.
CS	Cabina Secondaria - Locale destinato all'esercizio di impianti e apparecchiature elettriche di sezionamento MT, trasformazione MT/MT e MT/BT, sezionamento e protezione delle linee BT.
Dispersore	Parte conduttiva che può essere annegata in uno specifico mezzo conduttore, es. nel calcestruzzo o carbone, in contatto elettrico con il terreno (Terra).
Dispersore di fatto	Parte metallica in contatto elettrico col terreno o con l'acqua, direttamente o tramite calcestruzzo, il cui scopo originale non è di mettere a terra, ma che soddisfa tutti i requisiti di un dispersore senza compromettere la sua funzione originale. Nota – Esempi di dispersori di fatto sono le tubature, le palificazioni metalliche, le armature del calcestruzzo, le strutture in acciaio delle costruzioni, ecc.
Guasto a terra	Guasto causato da un conduttore che va a diretto contatto con la terra o tramite la propria resistenza di isolamento verso terra che diviene inferiore a un determinato valore.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

Termine	Descrizione
	Nota – I guasti a terra di due o più conduttori di fase dello stesso impianto in punti diversi, sono designati come guasti a terra doppi o multipli.
I_c	Corrente capacitiva di guasto a terra - Contributo delle sole capacità di fase delle linee alla corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto a terra. In Sired-AUI questa è calcolata come indicato nella GE 25.
I_{dT}	Impianto di Terra - Insieme di connessioni e di dispositivi necessari per mettere a terra separatamente o congiuntamente apparecchiature o impianti.
I_{dTG}	<p>Impianto di Terra Globale - 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.</p> <p>Nota 1 – Tali impianti permettono la ripartizione della corrente di terra in modo da ridurre l'aumento di potenziale di terra negli impianti di terra singoli. Si può dire che un tale impianto forma una superficie quasi-equipotenziale.</p> <p>Nota 2 – L'esistenza di un impianto di terra globale può essere determinato con misure a campione o con sistemi tipici di calcolo. Esempi tipici di impianti di terra globali si trovano nei centri città, in aree urbane o industriali con diffusi impianti di terra di bassa e alta tensione (vedi Allegato O della norma CEI 99-3).</p>
I_E	<p>Corrente di terra - Corrente che fluisce verso terra tramite il dispersore di cabina.</p> <p>Nota – La corrente di terra I_E è la quota parte della corrente di guasto a terra I_F che determina la tensione totale di terra.</p>
I_F	<p>Corrente di guasto a terra - Corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto (punto di guasto a terra). Per guasti a terra singoli essa è:</p> <ul style="list-style-type: none"> • in sistemi con neutro isolato, la corrente capacitiva di guasto a terra I_c; • in sistemi con messa a terra del neutro tramite impedenza, la corrente residua di guasto a terra I_F. • in sistemi con messa a terra del neutro tramite resistenza, la corrente di guasto a terra risultante dalla composizione vettoriale di I_c e di I_R, dove I_R è la corrente che fluisce attraverso il resistore di messa a terra del punto neutro quando ai suoi capi venga applicata una tensione pari alla tensione nominale fase-terra di esercizio della rete MT su cui è installato il resistore stesso. In modulo, $I_F = \sqrt{(I_c^2 + I_R^2)}$. <p>Nota – Il dettaglio del calcolo del valore della I_F è riportato nel documento "Esercizio dello stato del neutro (GE 25)".</p>
I_{Fg}	Indice di probabilità di accadimento del guasto – Valuta la probabilità di guasto dell'impianto.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Termine	Descrizione
Impianti all'esterno	Sono definiti impianti all'esterno l'insieme delle apparecchiature e i dispositivi (trasformatori, interruttori e sezionatori) installati esternamente all'edificio dell'impianto secondario (cabina di trasformazione) qualora presente.
Impianti all'interno	Sono definiti impianti all'interno l'insieme delle apparecchiature e i dispositivi (trasformatori, interruttori e sezionatori) installati internamente all'edificio dell'impianto secondario (cabina di trasformazione).
IM_{PT}	Indice eventuali potenziali trasferiti/masse estranee – Indice di rischio dovuto alla presenza di elementi che possono determinare dei potenziali trasferiti.
IMS	Interruttore di Manovra Sezionatore sotto carico - Interruttore di manovra manuale o motorizzato in grado di connettere o disconnettere una linea MT energizzata, con gli stessi requisiti di isolamento di un sezionatore in posizione aperta.
IM_{Ti}	Indice tipologia impianto – Indice di rischio legato alla tipologia di impianto.
IM_{zona}	Indice livello di frequentazione delle aree da parte degli esposti – Indice di rischio associato alla destinazione d'uso della zona adiacente al sostegno.
IR_{Ci}	Indice di rischio da contatti indiretti – Indice che definisce il livello di rischio da contatti indiretti associato all'impianto.
Linea MT	Linea elettrica di media tensione in esecuzione aerea, in cavo o in cavo interrato che realizza l'interconnessione di due o più nodi della rete elettrica. Nota – nelle linee MT può essere implementata l'automazione di uno o più nodi secondari che condiziona i tempi di eliminazione del guasto monofase a terra.
Massa	Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che in condizioni ordinarie non è in tensione, ma che può diventarlo in condizioni di guasto.
Massa estranea	Parte conduttrice che non fa parte dell'impianto elettrico ed è in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.
Nodo di sezionamento	Organo di manovra disposto lungo linee MT.
PMS	Piano di Manutenzione Strategico - Elenco delle attività di manutenzione strategiche, per l'anno di riferimento, definito dall'Unità Esercizio e Manutenzione di sede centrale.
Potenziale	Tensione tra un punto di osservazione e la terra di riferimento.

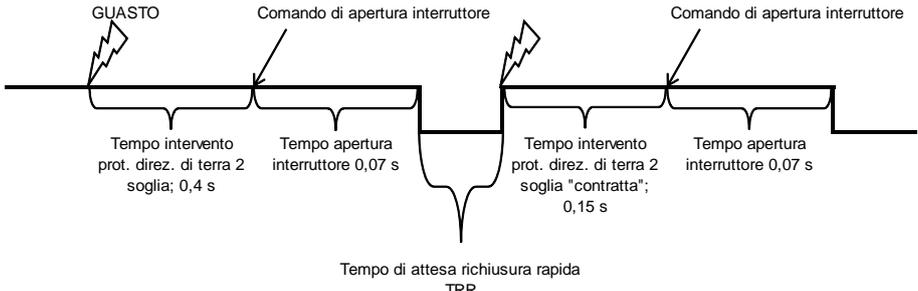
Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

Termine	Descrizione
Potenziale trasferito	<p>Aumento del potenziale di un impianto di terra, causato da una corrente di terra, trasferito per mezzo di un conduttore collegato (per esempio uno schermo metallico di un cavo, un conduttore PEN, una tubatura, una rotaia) ad aree a basso livello di potenziale o a potenziale nullo rispetto alla terra, dando luogo a una differenza di potenziale tra il conduttore e ciò che lo circonda.</p> <p>Nota – La definizione si applica anche quando un conduttore è collegato alla terra di riferimento e transita nell'area soggetta ad un livello di potenziale maggiore.</p>
PTP	Posto di Trasformazione su Palo - Insieme delle strutture di palo e delle apparecchiature elettriche che realizzano distintamente la trasformazione MT/BT, il sezionamento e la protezione delle linee BT.
R	Resistenza equivalente degli impianti di terra interconnessi -Resistenza equivalente, vista da un impianto di terra, degli impianti di terra che risultano elettricamente collegati per mezzo di schermi di cavi, funi di guardia o funi portanti.
r	<p>Fattore di riduzione della corrente di guasto a terra I_F – è dato dal rapporto:</p> $\frac{I_E}{I_F}$ <p>esso tiene conto della quota parte di questa corrente drenata da altri dispersori elettricamente collegati attraverso funi di guardia, funi portanti e/o schermi dei cavi.</p>
R_E	Resistenza di terra - Parte reale di un'impedenza verso terra.
SEZ	Sezionamento su palo
SF₆	Esafluoruro di Zolfo
SGI	Sistema di Gestione Integrato per la Qualità, Sicurezza, Ambiente, Energia e la prevenzione della Corruzione
Sistema AUI	Archivio Unico Impianti - Banca Dati di e-distribuzione, che contiene tutti gli elementi identificativi dei componenti degli impianti primari e della rete di distribuzione MT comprese le cabine secondarie fino ai montanti BT, fornendo tutte le consistenze relativamente ai dati di rete e degli utenti.
Sistema MaRe	Manutenzione Rete Elettrica: procedure informatiche (MA.RE AT, MA.RE MT, MA.RE TC) per la gestione dei lavori di manutenzione in CP, sulle reti MT e di telecontrollo impianti
Sistema SCHEC	Schematica Cabine per la rappresentazione del circuito unificare di cabine

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Termine	Descrizione
Sistema SCHER	Schematica Rete per la rappresentazione unifilare delle linee in media tensione.
Sistema SiGraf	Sistema Integrato di GRAFica della rete MT-BT: procedura informatica, utilizzata da e-distribuzione, per la gestione grafica e dei componenti di rete MT-BT.
Sistema SIREDD	Sistema Integrato Rete Distribuzione - Sistema client-server, utilizzato da e-distribuzione, che permette il caricamento delle interruzioni AT e gestisce il database dell'Archivio Unico Impianti.
Sistema ST	Sistema per il Telecontrollo della rete elettrica (STM per MT, STB per BT)
Terra (locale)	Parte del terreno (della Terra) a contatto elettrico con un dispersore di terra e il cui potenziale non è necessariamente uguale a zero. Nota – Le masse di terra, il cui potenziale elettrico, in ogni punto, è convenzionalmente assunto pari a zero
Terra di riferimento (terra lontana)	Parte del terreno (della Terra) considerato conduttivo il cui potenziale elettrico è convenzionalmente assunto pari a zero trovandosi al di fuori dalla zona di influenza dei dispersori del pertinente impianto di terra. Nota – Il concetto di "Terra", significa il pianeta e tutta la sua materia fisica.

Termine	Descrizione
t_F	<p>Durata del guasto o tempo di eliminazione del guasto a terra - Questo rappresenta il tempo di permanenza di un guasto monofase a terra prima di essere eliminato dalle apparecchiature di protezione e di interruzione della porzione di circuito interessata dal guasto stesso.</p> <p>Se non vi è dispositivo di richiusura automatica, il tempo di eliminazione del guasto è il tempo che intercorre tra l'inizio del guasto a terra e l'interruzione della corrente di guasto.</p> <p>Se sono installati dispositivi di richiusura automatica il tempo di eliminazione del guasto a terra è la somma dei tempi di permanenza della corrente di guasto durante un ciclo di richiusura (O-C-O) (purché la durata del ciclo non sia superiore a 5 s).</p> <p style="text-align: center;">ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLA DURATA O TEMPO DI ELIMINAZIONE DEL GUASTO A TERRA (TIPICO VALORE DI 0,69 s PER RETI A NEUTRO ISOLATO)</p>  <p>Figura 1 – Esempio di determinazione del tempo di eliminazione del guasto a terra in reti a neutro isolato</p> <p>Se vi sono dispositivi che effettuano successive richiusure automatiche, ai fini della determinazione del tempo di eliminazione del guasto a terra, devono essere considerati gli eventuali guasti successivi come indipendenti dal primo.</p> <p>Nota – Il criterio sopra descritto è decifrato da e-distribuzione nel rispetto di quelle che sono le indicazioni fornite dai testi normativi. Per la determinazione dei valori di t_F in funzione delle altre modalità di connessione del neutro presenti sulla rete di distribuzione fare riferimento a quanto descritto nel presente documento</p>
TR	Trasformatore, trasformatori
U_E	Tensione totale di terra di un impianto di terra - Tensione che si stabilisce durante un guasto a terra tra l'impianto di terra e la terra di riferimento.
Unità ATR	Area Territoriale Rete di e-distribuzione
Unità ATR/ESR	Esercizio Rete della Unità ATR/ESR
Unità ATR/ESR/AMR	Analisi Monitoraggio Rete della Unità ATR/ESR

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Termine	Descrizione
Unità ATR/ESR/CMR	Conduzione Monitoraggio Rete della Unità ATR/ESR
Unità ATR/ESR/CMR/CO	Centro Operativo dell'Unità Conduzione Monitoraggio Rete della Unità ATR/ESR/CMR
U_s	Tensione di passo - Tensione tra due punti della superficie del terreno a distanza di 1 m tra loro, distanza che si assume come lunghezza del passo d'una persona.
U_T	Tensione di contatto - Tensione tra parti conduttrici quando vengano toccate simultaneamente. Il valore della tensione di contatto effettiva può essere influenzata apprezzabilmente dall'impedenza della persona o dell'animale che viene in contatto con dette parti conduttrici.
U_{TP}	Tensione di contatto ammissibile - Tensione di contatto, variabile in funzione della durata del guasto (tempo di eliminazione del guasto a terra t_F), che può essere probabilisticamente sopportata dal corpo umano.
Z_E	Impedenza di terra - Impedenza, ad una data frequenza, tra un punto specifico in un sistema o un impianto o apparecchiatura e la terra di riferimento. Nota – L'impedenza di terra è determinata, oltre che dai dispersori dell'impianto stesso, anche dalle funi di guardia, dalle funi interrate di linee aeree e dai cavi con effetto di dispersori collegati direttamente all'impianto stesso e da altri impianti di terra elettricamente collegati all'impianto per mezzo di schermi di cavi, armature, conduttori PEN od in altro modo.

7 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

7.1 Ruoli e responsabilità

Il documento si applica a tutti gli impianti di terra nei nodi di trasformazione MT/BT, siano essi in CS o PTP, e di sezionamento della rete MT di e-distribuzione in esercizio.

L'Unità ATR/ESR è responsabile del piano di manutenzione (redazione, monitoraggio avanzamento, report di consuntivazione), certificazione degli IdTG, aggiornamento archivi.

La Zona è responsabile del processo esecutivo delle verifiche e controlli di efficienza dei dispersori degli impianti secondari, nonché della verbalizzazione e archiviazione degli esiti di esse.

L'Unità ATR/SVR è responsabile della progettazione/esecuzione lavori e dell'eventuale fabbisogno risorse terzi.

7.2 Impianto di terra non compreso in un impianto di terra globale

7.2.1 Dimensionamento e progettazione

Ogni impianto di terra di impianti secondari deve essere dimensionato secondo le indicazioni della normativa vigente. Per il dimensionamento deve essere adottato il seguente criterio:

- raccolta dei dati di rete;
- progetto iniziale dell'impianto di terra in funzione dei requisiti funzionali;
- valutazione della resistività del terreno;
- valutazione dei fattori di riduzione della corrente di guasto a terra;
- dimensionamento termico dei conduttori di terra e del dispersore;
- valutazione delle potenziali situazioni di esposizione al rischio;
- determinazione della tensione totale di terra, delle tensioni di contatto e verifica del progetto.

A. Raccolta dei dati caratteristici della rete elettrica

Nella fase di dimensionamento di un IdT devono essere considerati i seguenti valori:

- I_F corrente di guasto monofase a terra;
- t_F tempo di eliminazione del guasto;
- U_{TP} tensione ammissibile

I valori di I_F e t_F sono determinati facendo riferimento allo stato del neutro della rete MT dove è inserito l'impianto secondario.

Nel caso di interconnessione alla rete di terra di impianti primari, il dispersore degli impianti secondari deve essere dimensionato tenendo conto anche del guasto a terra AT dell'impianto primario. Inoltre le verifiche dell'impianto di terra primario dovranno comprendere anche gli impianti di terra dei primi impianti secondari interconnessi (generalmente cabine secondarie MT/BT).

Nella Tabella 1 sono riportati, per i diversi sistemi di messa a terra del neutro MT, i valori di riferimento da considerare per le verifiche periodiche degli impianti di terra.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzioneTabella 1 – Tempi di eliminazione del guasto (t_F) e tensione massima di passo e contatto (U_{Tp})

Apparecchiature utilizzate per la messa a terra del neutro MT	Descrizione apparecchiatura	I_F 20kV (A)	I_F 15kV (A)	I_F 10kV (A)	t_F (s)	U_{Tp} (V)
Neutro isolato - senza interruttore Shunt	Nessuna	$I_F = \max(1,1 \times I_g ; 20 + I_g)$	$I_F = \max(1,1 \times I_g ; 20 + I_g)$	$I_F = \max(1,1 \times I_g ; 20 + I_g)$	0,69	150
Neutro isolato - con interruttore Shunt	Interruttore shunt	$I_F = \max(1,1 \times I_g ; 20 + I_g)$	$I_F = \max(1,1 \times I_g ; 20 + I_g)$	$I_F = \max(1,1 \times I_g ; 20 + I_g)$	0,72	143
DT1110 (posizione 385 Ω)	Resistore	50	40	25	>> 10	80
DT1110 (posizione 770 Ω)	Resistore	50	40	25	>> 10	80
DT1097 + DT1110 (posizione 385 Ω)	Bobina fissa	50	40	25	>> 10	80
DT1097 + DT1098 (posizione 460 Ω)	Bobina fissa	50	40	25	>> 10	80
DT1099/1 (posizione resistore 180 Ω)	Bobina fissa	70	50	35	1,44	104
DT1096	Bobina mobile	50	40	25	>> 10	80
DT1099/2 (posizione resistore 180 Ω)	Bobina fissa	80	60	40	1,44	104
DT1096 + DT1097	Bobina mobile + bobina fissa	50	40	25	>> 10	80
DT1096 + DT1097 + DT1095	Bobina mobile + bobina fissa + TFN	50	40	25	>> 10	80

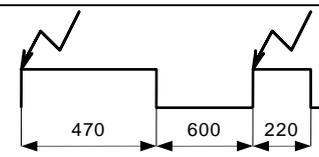
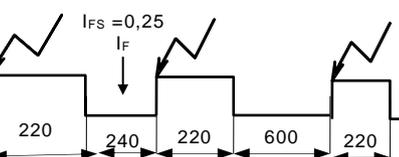
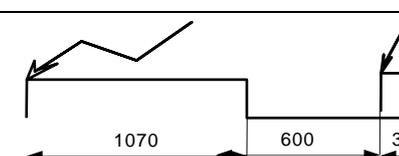
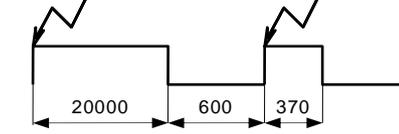
Nella Tabella 2 seguente sono riportati i tempi riferimento della durata del guasto in relazione all'esercizio dello stato del neutro.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 2 – Tempi di riferimento della durata del guasto**

Apparato	Manovra	t (ms)
Interruttore di linea MT	Tempo di apertura	70
Protezione direzionale di terra a neutro isolato (67.S2)	Tempo di intervento (T67.S2)	400
	Tempo di intervento contratto, dopo richiusura o chiusura manuale (T67.S2 contratto)	150
Protezione direzionale di terra a neutro compensato (67.S1)	Tempo di intervento (T67.S1)	da 1.000 fino a 20.000
	Tempo di intervento contratto, dopo richiusura o chiusura manuale (T67.S1 contratto)	300
Tempo di attesa richiusura rapida (TRR)		600

Nella Tabella 3 sono riepilogati i cicli di selezione dei guasti a terra in relazione ai diversi metodi di messa a terra del neutro.

Tabella 3 – Cicli di intervento protezioni direzionali di terra

Pos.	Impianto secondario collegato a:	durata del guasto t_F (ms)	Tensione di contatto U_{TP} (V)	Cicli operativi per la selezione del guasto a terra entro i 5 secondi (valori in ms)
1	Linea MT con neutro isolato, con DRA e protezioni direzionali di terra con annullamento del ritardo intenzionale	690	150	
2	Linea MT con neutro isolato, con DRA collegata a cabina primaria dotata di interruttore shunt con asservimento ai pannelli.	720	143	
4	Linea MT con neutro connesso a terra tramite impedenza DT1099/1 e /2	1440	104	
5	Linea MT con neutro connesso a terra tramite impedenza (escluso DT1099/1 e /2)	10.000 ^ ^	80	

B. Progetto iniziale dell'impianto di terra in base ai requisiti funzionali

Il dispersore di terra dell'impianto secondario dipende dalla tipologia dello stesso.

Nel caso di cabine secondarie, si distinguono le seguenti tipologie di manufatto:

- BOX;
- MINI BOX;
- MICRO-BOX PLUS¹;
- MICRO-BOX ²;
- INCORPORATO IN EDIFICIO;
- PREFABBRICATO;
- SOTTERRANEO;

¹ Per questa tipologia d'impianto è da prevedere l'IdT come per le altre cabine di trasformazione.

² Questa tipologia di box prefabbricato è una soluzione di norma da evitare, perché sostituita dalla MicroBox Plus (DG 10200).

La struttura del dispersore in funzione della tipologia di manufatto è descritta nel documento Prescrizione Tecnica 003/O&M progettazione e costruzione delle CS 1).

Nel caso di Posto di Trasformazione su Palo e/o sezionamento su palo è necessario realizzare un dispersore secondo le indicazioni dell'allegato G punto G.4 della Norma CEI EN 50522 e riportate nel documento Prescrizione Tecnica 002/O&M progettazione e costruzione dei PTP.

C. Resistività del terreno

La conoscenza del comportamento elettrico del terreno risulta di massima importanza per il corretto dimensionamento dell'impianto di terra. Il parametro che caratterizza questo comportamento è la resistività ρ_E . La resistività dipende dalle caratteristiche geologiche e chimiche del terreno, e varia in funzione della temperatura e dell'umidità; in particolare la resistività diminuisce con l'aumento dell'umidità e della temperatura e viceversa.

Nella Tabella 4 vengono riportati i valori di resistività media per alcune tipologie di terreni.

Tabella 4 – Resistività ρ_E dei terreni e delle rocce più comuni

Tipo di terreno	Resistività del terreno ρ_E ($\Omega \cdot m$)
Terreno paludoso	5 ÷ 40
Terriccio, Argilla, Humus	20 ÷ 200
Sabbia	200 ÷ 2500
Ghiaietto	2000 ÷ 3000
Pietriccio	< 1000
Arenaria	2000 ÷ 3000
Granito	< 50000
Morena	< 30000

La resistività del terreno ρ_E deve essere determinata in fase di progetto del dispersore attraverso misure dedicate.

Il metodo di misura più frequentemente utilizzato è quello di Wenner detto anche dei quattro picchetti; il circuito si realizza predisponendo un allineamento di quattro elettrodi (picchetti), infissi a distanze d uguali tra di loro e ad una profondità p trascurabile rispetto a detta distanza ($p < 0,05 d$).

In queste condizioni ciascun elettrodo può essere considerato puntiforme ed il campo di corrente nel terreno, in presenza di un terreno omogeneo e di resistività costante, assume una simmetria emisferica.

La misura viene effettuata iniettando la corrente di prova I tra i picchetti più esterni e misurando la differenza di potenziale U_{m-n} che si stabilisce tra quelli interni (vedi Figura 2).

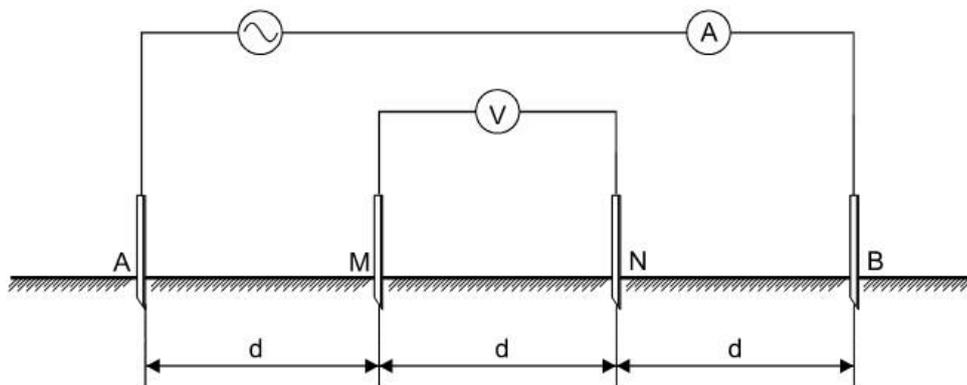


Figura 2 – Misura della resistività del terreno

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

La resistività del terreno ρ_E è data da:

$$\rho_E = 2\pi d \frac{U_{m-n}}{I}$$

Al fine di evitare grossolani errori, la misura non deve essere effettuata in presenza di:

- oggetti metallici in contatto diretto con il terreno in vicinanza degli elettrodi di misura (es. tubi, recinzioni, ecc.);
- terreno gelato o impregnato d'acqua da piogge recenti.

Per terreni omogenei ed isotropi la misura fornisce il valore effettivo di resistività; i terreni reali sono però generalmente eterogenei e quindi la misura fornisce un valore di resistività medio dipendente dalle caratteristiche dei vari strati di terreno interessato.

Nel caso di progetto di dispersori ad anello per CS la misura della resistività del terreno deve essere effettuata con il metodo sopra descritto utilizzando una distanza fra gli elettrodi di circa 2 m. Il valore di resistività media così determinato è significativo per gli strati di terreno interessati dal funzionamento del dispersore.

Qualora per il progetto del dispersore sia necessario utilizzare picchetti di profondità è opportuno accertare la presenza di strati profondi di terreno a bassa resistività o di falde acquifere; a tale scopo si dovranno effettuare misure di resistività con distanze fra gli elettrodi crescenti fino ad alcune decine di metri per valutare la variazione della resistività.

Eccezionalmente, qualora la natura del terreno non dia adito a dubbi, si può assumere per ρ_E un valore fra quelli riportati in Tabella 4.

Tuttavia va tenuto presente che, come indicato nella Figura 3, i valori di resistività variano fortemente in dipendenza del contenuto di sali ("salt"), dell'umidità ("moisture") e della temperatura ("temperature"); oltre il 20% ÷ 22% di umidità nel terreno, il valore di ρ_E varia relativamente poco, mentre notevole è la variazione al di sotto del suddetto limite.

Parimenti, l'effetto della temperatura è scarsamente influente al di sopra di 0 °C, mentre al di sotto del punto di congelamento dell'acqua contenuta nel terreno l'effetto è notevole.

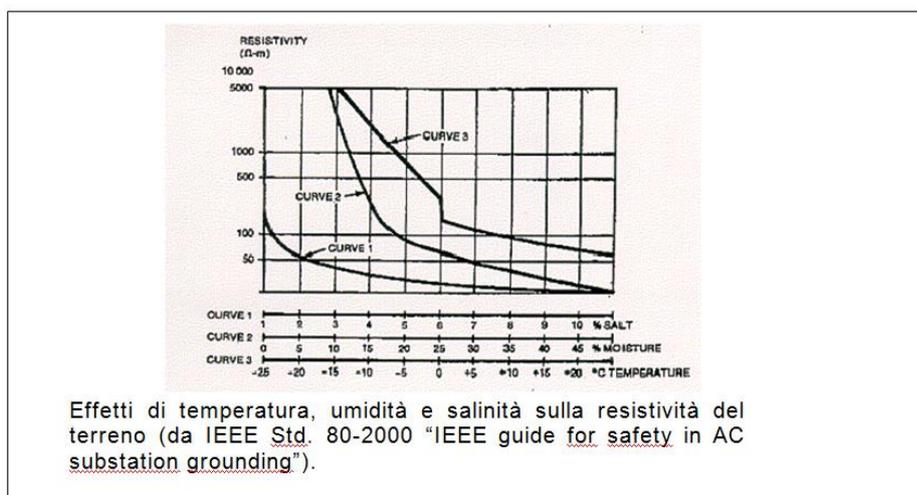


Figura 3 – Andamento della resistività del terreno al variare della temperatura, umidità e salinità.

D. Valutazione dei fattori di riduzione della corrente di guasto a terra

L'impianto di terra deve essere dimensionato per il valore della corrente di terra I_E che viene dispersa dallo stesso. Tale corrente si determina mediante la relazione:

$$I_E = r \cdot I_F$$

dove I_F è la corrente di guasto a terra valutata secondo come descritto nel par. 7.2.1 e r è il fattore di riduzione che, in generale, come indicato nell'allegato I (informativo) della Norma CEI EN 50522 il valore del fattore di riduzione è dipendente da:

- certezza della continuità metallica tra le interconnessioni degli impianti di terra delle cabine adiacenti;
- tipologia delle connessioni (normalmente schermo dei cavi MT o, raramente fune portante);
- numero di connessioni con altri impianti di terra.

Nella fase di progettazione si può considerare, a favore di sicurezza, un valore del coefficiente di riduzione pari a 1. Nei casi in cui sia necessario utilizzare coefficienti di riduzione inferiori, dovranno essere attentamente verificate le effettive condizioni di interconnessione dell'impianto di terra con gli altri impianti di terra.

Il circuito equivalente da prendere in considerazione per il calcolo di r è rappresentato Figura 4:

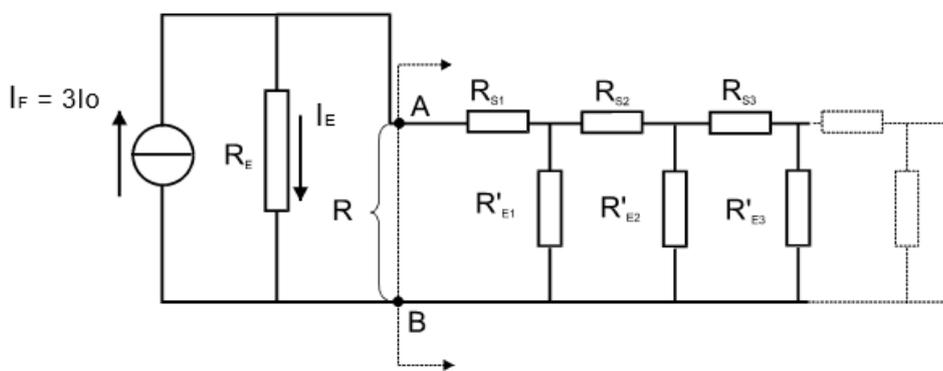


Figura 4 – Circuito equivalente per il calcolo del fattore di riduzione r

R_E è la resistenza di terra del dispersore in progetto e R è la resistenza vista fra punti A e B (in parallelo ad R_E): in particolare:

- $R_{S1}, R_{S2}, \dots, R_{Sn}$, sono le resistenze degli schermi dei cavi o delle funi portanti;
- $R'_{E1}, R'_{E2}, \dots, R'_{En}$, sono le resistenze di terra dei dispersori intenzionali delle cabine interconnesse,

in generale il coefficiente di riduzione è dato anche dalla seguente formula:

$$r = \frac{R}{R_E + R} \quad \text{o} \quad \frac{3I_0 - I_{EW}}{3I_0} \quad (1)$$

Nella Tabella 5 vengono riportati i valori indicativi di r determinati in base al numero di impianti di terra interconnessi.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 5 – Valore indicativo del fattore di riduzione r in funzione del numero di impianti di terra interconnessi.**

Numero delle interconnessioni degli IdT	Valore equivalente di r per schermo dei cavi in:					
	ALLUMINIO		RAME		PIOMBO	
	Collegamenti a singole estremità	Collegamenti in entra - esci	Collegamenti a singole estremità	Collegamenti in entra - esci	Collegamenti a singole estremità	Collegamenti in entra - esci
2	0,75	-	0,6	-	0,6	-
3	0,73	0,73	0,52	0,51	0,52	0,51
4	0,7	0,68	0,44	0,42	0,5	0,5
5	0,66	0,64	0,39	0,35	0,5	0,5
6	0,6	0,58	0,36	0,32	0,5	0,5
7	0,58	0,56	0,34	0,28	0,5	0,5
8	0,54	0,52	0,33	0,26	0,4	0,4
9	0,54	0,52	0,32	0,24	0,4	0,4
10	0,52	0,50	0,31	0,23	0,4	0,4

E. Dimensionamento termico dei conduttori di terra e del dispersore

I valori di corrente di guasto che devono essere presi in considerazione per il dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra dell'impianto³ sono quelli riportati nella tabella seguente:

³ Il dimensionamento termico dei conduttori e dispersore riguarda solamente le cabine di trasformazione (MT/MT o MT/BT).

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 6 – Dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra**

Modo di messa a terra del neutro del sistema di alta tensione	Con riferimento alle sollecitazioni termiche ^(a e)		Con riferimento alla tensione totale di terra ed alle tensioni di contatto
	Dispersore	Conduttore di terra	
Sistemi a neutro isolato			
	r_{KEE}	r_{KEE}	$I_E = r \cdot I_C^{(b)}$
Sistemi con messa a terra risonante Comprende la rapida messa a terra per rilevazione			
Cabine elettriche con bobine di soppressione d'arco	r_{KEE}	$r_{KEE}^{(c)}$	$I_E = r \cdot \sqrt{I_L^2 + I_{RES}^2}^{(d e)}$
<p>(a) Se sono possibili molti percorsi di corrente, si può considerarne una distribuzione.</p> <p>(b) Se non è presente la sconnessione automatica del guasto a terra, la necessità di considerare il doppio guasto a terra dipende dalle esperienze d'esercizio.</p> <p>(c) Il conduttore di terra della bobina di Petersen deve essere dimensionata secondo la massima corrente della bobina.</p> <p>(d) Si deve provare se un guasto esterno può essere ben definito.</p> <p>(e) Si devono considerare le sezioni minime</p> <p>(f) In caso di sistemi non ben compensati, l'approccio generale di considerare il 10% di I_C non è applicabile. Si deve aggiungere la componente reattiva/capacitiva della corrente residua.</p> <p>Legenda:</p> <p>I_C Corrente di guasto a terra capacitiva calcolata o misurata</p> <p>I_{RES} Corrente residua di guasto a terra. Se non è disponibile il valore esatto, si può assumere il 10 % di I_C.</p> <p>I_L Somma delle correnti nominali delle bobine di estinzione d'arco in parallelo nella relativa stazione elettrica</p> <p>r_{KEE} Corrente di doppio guasto a terra calcolata secondo la IEC 60909. Per r_{KEE} può essere usato, come valore massimo, l'85% della corrente di cortocircuito iniziale simmetrica trifase.</p> <p>I_E Corrente di terra</p> <p>r Fattore di riduzione</p> <p>Se le linee ed i cavi uscenti dalla cabina elettrica hanno diversi fattori di riduzione, si deve determinare la relativa corrente.</p>			

Per gli impianti secondari connessi a reti MT con neutro messo a terra mediante resistore, dovrà essere fatto riferimento alla condizione di neutro isolato.

Dimensionamento preliminare del dispersore

A seguito della determinazione delle caratteristiche costruttive dell'impianto di terra e la valutazione delle caratteristiche del suolo è possibile calcolare il valore della resistenza di terra (R_E). I valori di R_E considerando ρ_E pari a 100 $\Omega \cdot m$, per le soluzioni tipiche previste dall'unificazione di e-distribuzione, per cabine ed installazioni su palo di nuova costruzione (vedi par. successivo) sono riportati nella Tabella 7.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 7 – Resistenza di terra R_E di dispersori tipici ($\rho_E = 100 \Omega \cdot m$)**

TIPO CABINA/DISPERSORE	R_E (Ω)
Cabina Box	5.0
Cabina Minibox o Microbox ⁴	5.9
Cabina ricavata in edifici nuovi	6.5
Cabina MicroboxPlus	6.4
Posto di trasformazione su palo	9,8

I valori di impedenza riportati in tabella ottenuti applicando le formule di riferimento andranno maggiorati cautelativamente di 1,3-1,6 volte in fase di progettazione. Se il valore di ρ_E è diverso da $100 \Omega \cdot m$ è necessario modificare in proporzione i valori qui riportati.

Qualora si voglia integrare una di queste soluzioni con dispersori aggiuntivi elementari (tipo orizzontale esteso o picchetto di profondità) è possibile calcolare la R_E risultante facendo il parallelo delle R_E sopra riportate e di quelle ricavate con le formule seguenti (valide per terreni omogenei):

- dispersore orizzontale esteso di lunghezza L e diametro Φ :

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi \cdot L} \cdot \log_e \left(\frac{2 \cdot L}{\phi} \right)$$

- picchetto di profondità di altezza h e diametro Φ :

$$R_E = \frac{\rho_E}{2 \cdot \pi \cdot h} \cdot \log_e \left(\frac{4 \cdot h}{\phi} \right)$$

Tenuto conto che il progetto del dispersore deve privilegiare il contenimento della tensione totale di terra al di sotto dei valori che consentono di non effettuare misure di tensioni di contatto, i dispersori tipici riportati nella Prescrizione tecnica n 003/O&M Progettazione e costruzione delle cabine secondarie MT/BT ⁵ prevedono accorgimenti tali da adottare implicitamente il provvedimento M 1.2 della Norma CEI EN 50522.

F. Valutazione delle potenziali situazioni di esposizione al rischio

Prendendo a modello le geometrie degli impianti di terra delle Cabine Secondarie e delle installazioni MT su palo, sono riportati, di seguito, dei valori di distanza di riferimento che caratterizzano delle aree nei dintorni degli impianti per le quali è opportuno e necessario eseguire dei controlli operativi circa l'accessibilità e lo stato di connessione a terra delle masse e/o masse estranee.

I valori indicati nel seguito del presente paragrafo sono stati individuati mediante uno specifico approfondimento⁶, derivante da un approccio statistico, finalizzato al calcolo delle aree "statisticamente sicure" nell'intorno delle installazioni elettriche.

⁴ La Microbox è in corso di superamento, sostituita dalla CS Microbox Plus che non richiede il palo di sezionatore e presenta caratteristiche antisismiche.

⁵ Fare riferimento a tale documento anche per la progettazione degli IdT delle cabine secondarie MT/MT.

⁶ Le risultanze dell'analisi in oggetto, condotta attraverso la collaborazione con il Dipartimento DIAEE presso l'Università di Roma La Sapienza, sono contenute all'interno del documento: "Simulazione dell'andamento del potenziale totale di terra nell'intorno dei dispersori degli impianti installati su palo (PTP e/o SEZ) e delle Cabine Secondarie".

Condizioni notevoli da considerare

Le condizioni notevoli, di seguito presentate, che determinano la necessità di controlli e approfondimenti in merito all'accessibilità e allo stato di connessione a terra delle masse e che influenzano l'ampiezza delle stesse aree, nell'intorno degli impianti, per le quali eseguire operativamente i controlli di cui sopra, sono riconducibili a contatti da parte di un esposto con:

- 1) **massa flottante**, ovvero un corpo metallico non collegato intenzionalmente all'impianto di terra, come mostrato schematicamente in Figura 5. A questa condizione notevole è possibile ricondurre il caso di esposizione a tensione di passo.

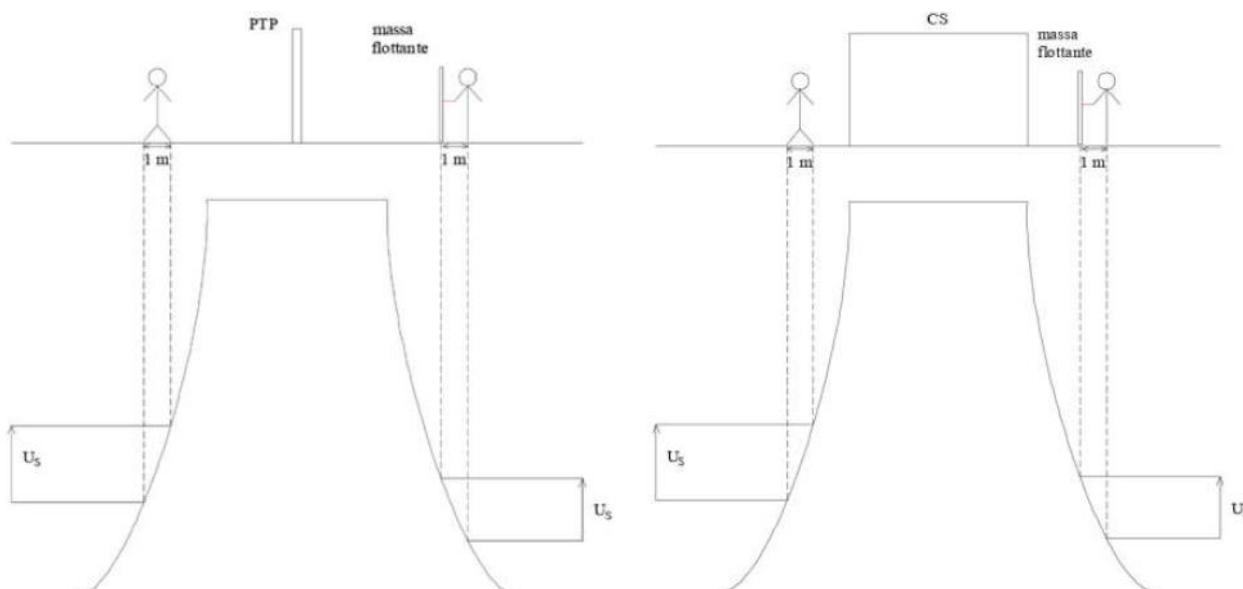


Figura 5 – Esposizione a rischio per tensione di passo e tensione di contatto con massa flottante

- 2) **massa**, ovvero un corpo metallico collegato intenzionalmente all'impianto di terra. In Figura 6 si riporta una schematizzazione di quanto descritto.

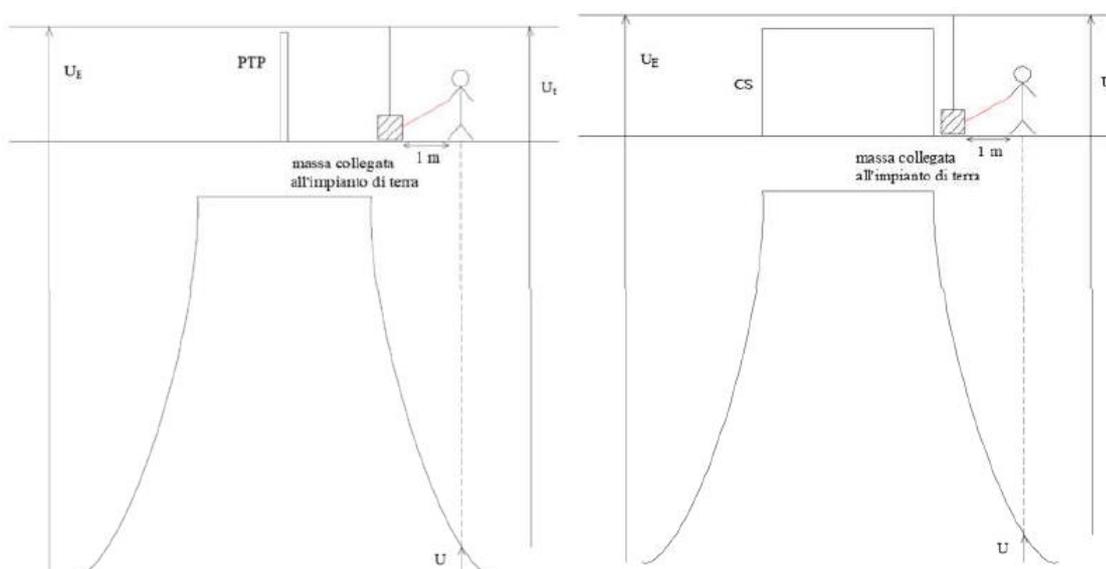


Figura 6 – Esposizione a rischio per tensione di contatto con massa collegata all'impianto di terra

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

I valori delle aree “statisticamente sicure” per ciascuno dei due casi notevoli sopra esposti, relativi rispettivamente alle installazioni MT su palo e alle Cabine Secondarie, sono stati valutati prendendo a riferimento misure di resistenza totale di terra nonché le condizioni di esercizio del neutro degli impianti, in modo da desumere una distribuzione di ρ_E ed assumere valori rappresentativi di I_F . Nel dettaglio, i valori di corrente di guasto assunti pari a 60-80 A sintetizzano il valore di I_F medio statistico, ottenuto come media pesata tra il valore della I_F di ogni cabina secondaria e lo stato di esercizio del neutro della rete cui la cabina è connessa.

1) Distanza di sicurezza statisticamente sicura per tensione di passo o contatto persona-massa flottante.

1.1 PTP

In Tabella 8 si riportano i risultati ottenuti per una tensione di contatto ammissibile pari a $U_{Tp} = 80$ V.

Tabella 8 – Sottomatrice riportante le distanze di sicurezza dal palo per tensione di passo o contatto persona-massa flottante.

Distanza di sicurezza dal palo per tensione di contatto persona-massa flottante [m]		ρ_E [$\Omega \cdot m$]	
		50	75
I_F [A]	60	0	2,28
	80	0	2,9

Rispetto alle risultanze sopra riportate, per uniformità con quanto previsto per le cabine secondarie (come di seguito illustrato), si assume, quindi, cautelativamente una distanza di 4 m⁷ che consente di descrivere un'area statisticamente sicura, oltre la quale si ha un'accettabile probabilità di non essere sottoposti a tensioni di passo o tensioni di contatto persona-massa flottante pericolose.

1.2 Cabina Secondaria

Nella Tabella 9 si riportano i risultati ottenuti per una tensione di contatto ammissibile $U_{Tp} = 80$ V.

Tabella 9 – Distanza da mantenere rispetto al centro della cabina in caso di tensione di passo e tensione di contatto persona-massa flottante

Distanza di sicurezza dal centro della cabina per tensione di contatto persona-massa flottante [m]		ρ_E [$\Omega \cdot m$]	
		50	75
I_F [A]	60	0	0
	80	0	4,34

Rispetto ai risultati sopra riportati, si assume cautelativamente una distanza di 4 m che, come già ribadito in precedenza, permette di descrivere un'area statisticamente sicura, oltre la quale si ha un'accettabile probabilità di non essere sottoposti a tensione di passo o tensioni di contatto persona-massa flottante pericolose.

⁷ L'identificazione di un valore univoco sia per le installazioni su palo che per le cabine secondarie evita di dover assumere diversi valori di distanza di riferimento durante l'esecuzione delle verifiche, a beneficio dell'operatività.

2) Distanza di sicurezza statisticamente sicura per tensione di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra

2.1 PTP

In Tabella 10 si riportano i risultati ottenuti per una tensione di contatto ammissibile pari a $U_{Tp} = 80$ V.

Tabella 10 – Sottomatrice riportante le distanze di sicurezza dal palo per tensione di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra.

Distanza di sicurezza dal palo per tensione di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra [m]		ρ_E [$\Omega \cdot m$]	
		50	75
I_F [A]	60	0,97	0,41
	80	0,61	NO

In questa circostanza non esiste, per $\rho_E = 75 \Omega \cdot m$ e $I_F = 80$ A, una circonferenza all'interno della quale, in caso di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra, risulta verificata la condizione di sicurezza (ovvero $U_T < U_{Tp}$). Rispetto a tale condizione è necessario però evidenziare che i valori di corrente di guasto e resistività del terreno considerati risultano essere superiori rispetto ai valori medi individuati mediante l'approccio statistico, trattato nel par. 7.2.1, e che la tensione di contatto ammissibile presa a riferimento è estremamente cautelativa, non tenendo in conto il reale stato di esercizio del neutro che determina il tempo di permanenza del guasto così come il valore della I_F . Di conseguenza, è possibile affermare con accettabile approssimazione che 0,5 m possa rappresentare il raggio della circonferenza di sicurezza.

2.2 Cabina Secondaria

Nella Tabella 11 si riportano i risultati ottenuti per una tensione di contatto ammissibile $U_{Tp} = 80$ V.

Tabella 11 – Stato sicuro (S.) o non sicuro (N.S.) del locale cabina.

Distanza di sicurezza dal centro della cabina per tensione di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra [m]		ρ_E [$\Omega \cdot m$]	
		50	75
I_F [A]	60	S.	N.S.
	80	N.S.	N.S.

Per quanto riguarda la tensione di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra, le analisi svolte conducono a due differenti risultati:

- Se, al suo interno, la cabina è sicura (S.), si fa riferimento alle due distanze, a partire dal perimetro esterno, per cui la condizione di sicurezza è ancora verificata rispettivamente per il lato lungo e per il lato corto;
- Se, al suo interno, la cabina non è sicura (N.S.), si fa riferimento ad un'area delimitata da due raggi di circonferenza con origine il centro della cabina, in cui la condizione di sicurezza è verificata.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Per una resistività del terreno $\rho_E = 50 \Omega \cdot m$ e una corrente di guasto $I_F = 60 A$, tutto il locale cabina risulta sicuro. Il lato lungo del fabbricato risulta sicuro fino a 0,57 m dal muro, mentre il lato corto del fabbricato risulta sicuro fino a 0,4 m dal muro.

Viceversa, per gli altri valori di resistività del terreno e corrente di guasto, non tutto il locale cabina risulta sicuro. Più nel dettaglio, in Tabella 12 si riportano i raggi minimi e massimi delimitanti la regione di sicurezza.

Tabella 12 – Raggi minimi e massimi delimitanti la regione di sicurezza.

Distanza di sicurezza dal centro della cabina per tensione di contatto persona-massa connessa all'impianto di terra [m]		$\rho_E [\Omega \cdot m]$			
		50		75	
$I_F [A]$	60	-		0	1,94
	80	0	2,13	1,34	1,56

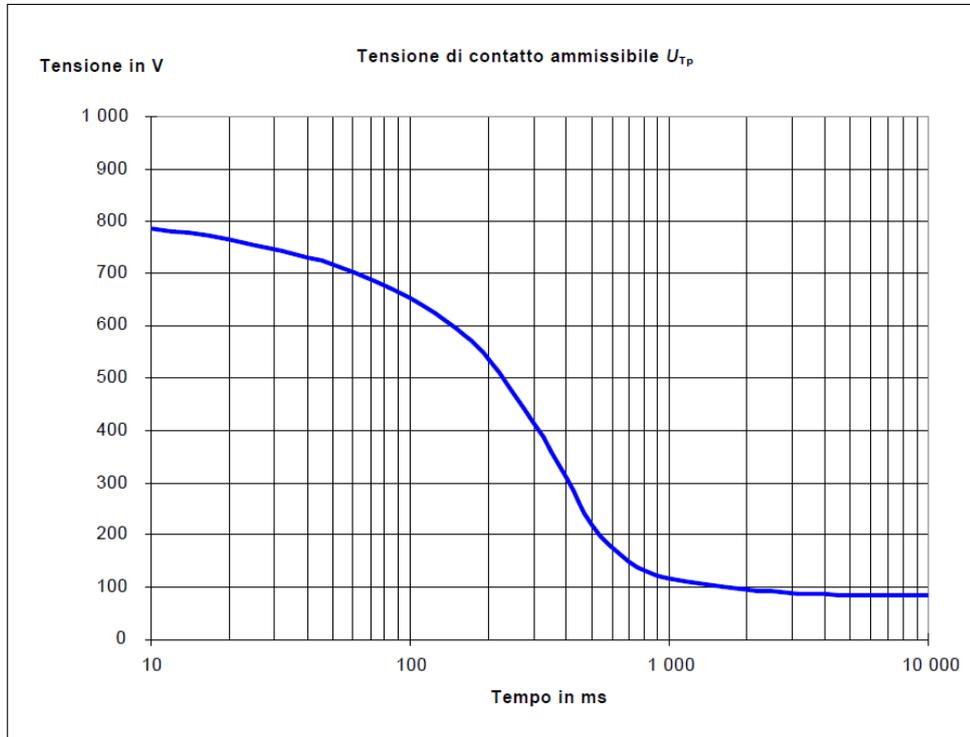
G. Determinazione della tensione totale di terra, delle tensioni di contatto e verifica del progetto.

Terminata la fase di dimensionamento del dispersore di terra è necessario valutare la tensione totale di terra U_E tenendo conto della corrente di terra I_E :

$$U_E = R_E \cdot I_E$$

Il valore di U_E così calcolato, deve essere confrontato con la U_{Tp} che rappresenta la massima tensione di contatto ammissibile, dipendente dal tempo di eliminazione del guasto.

Nella Figura 7 è illustrata la curva $U_{Tp} - t_F$, mentre in Tabella 13 il valore di U_{Tp} in funzione di t_F .

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Figura 7 – Curva della U_{Tp} in funzione di t_F** **Tabella 13 – U_{Tp} in funzione di t_F**

t_F (s)	U_{Tp} (V)
0.05	716
0.10	654
0.20	537
0.50	220
0.69	150
0.72	143
0.85	125
0.90	122
1.00	117
1.44	104
2.00	96
5.00	86
10.00	85
>10.00	80

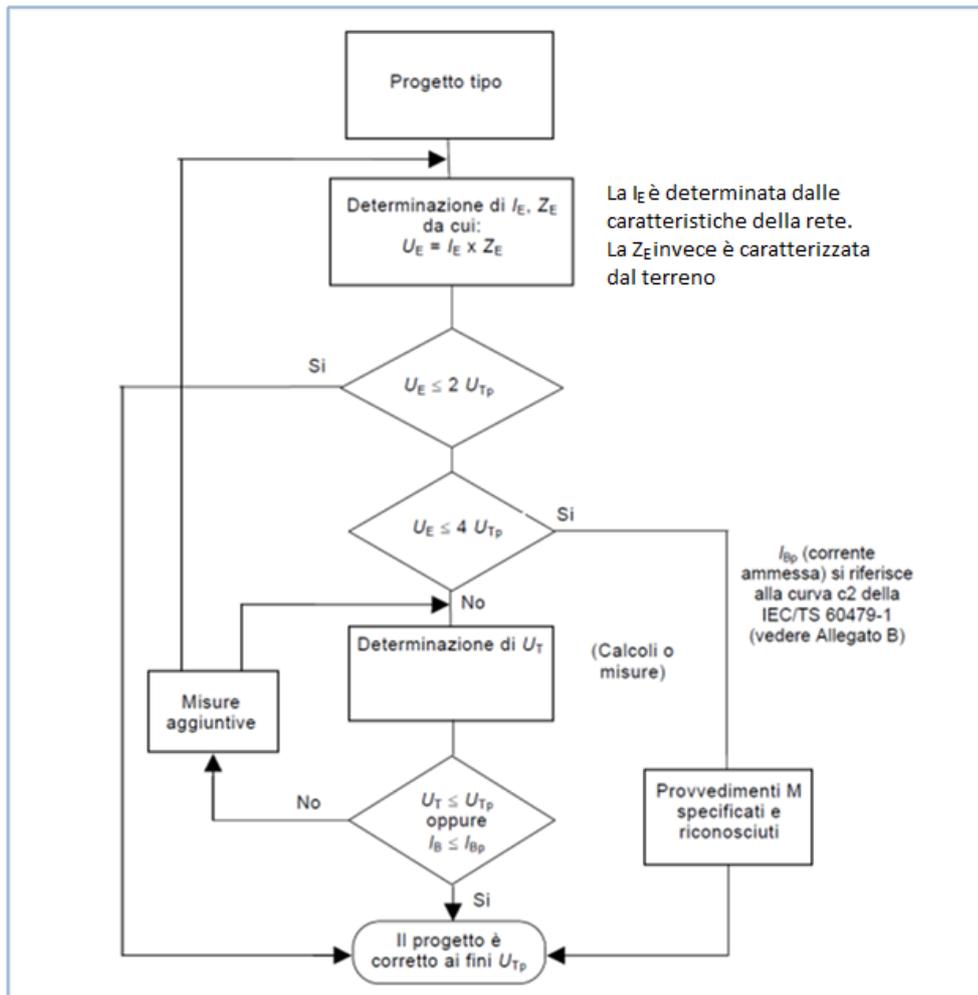


Figura 8 – Processo di verifica del progetto dell'impianto di terra

In riferimento alle verifiche di progetto richieste dalla Norma CEI EN 50522⁸ (raffigurate in Figura 8), devono essere adottati determinati provvedimenti correttivi al dimensionamento del dispersore. In particolare si presentano le seguenti situazioni:

1. $U_E \leq U_{Tp}$; il progetto del dispersore può prevedere anche trasferimento di potenziali senza necessità di misurare in sito il rispetto di U_{Tp} .
2. $U_{Tp} < U_E \leq 2 U_{Tp}$; non è necessario misurare in sito il rispetto di U_{Tp} se il progetto del dispersore non comporta trasferimento di potenziali superiori a U_{Tp} ⁹ o se il trasferimento di potenziale avviene mediante:
 - funi portanti o schermi di cavi MT aerei;
 - schermi di cavi MT sotterranei (anche con eventuali transizioni cavo-aereo);
 - conduttori nudi direttamente a contatto con il terreno (i cosiddetti "baffi"), che costituiscono parte del dispersore intenzionale, posati lungo lo scavo effettuato per la posa di cavi sotterranei MT che

⁸ La verifica del progetto descritta deve essere effettuata per le cabine di trasformazione MT/MT e MT/BT (Cabine secondarie: CS). I PTP ed i posti di sezionamento su palo devono seguire quanto previsto al successivo paragrafo 7.2.4 in riferimento a quanto descritto nella CEI EN 50522, nello specifico Allegato G.

⁹ In fase di progettazione e dimensionamento dell'impianto è sempre bene verificare la presenza ed il valore di eventuali potenziali trasferiti.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

alimentano la cabina. L'abbattimento della tensione totale di terra ottenibile con questa soluzione può essere notevole (ad esempio 4 volte nel caso di una cabina box con due baffi di circa 60 m);

Qualora sia rilevato un eventuale trasferimento di potenziale, originato da strutture metalliche sotterranee o di superficie rilevabili a vista o da planimetrie, carte, tracciati od informazioni comunque assunte e verificabili, che distano dall'impianto di terra meno di 4 m, è necessario prevedere la sua eliminazione mediante rimozione o isolamento delle stesse secondo le indicazioni del cap. 6 della CEI EN 50522; **se tali soluzioni non risultano praticabili, U_E va riportata sotto il valore di U_{Tp} , prevedendo una rielaborazione del progetto.**

3. **$2 U_{Tp} < U_E \leq 4 U_{Tp}$** ; se il progetto del dispersore prevede un anello chiuso interrato con distanza dal perimetro della CS circa pari a 1 m ad una profondità inferiore a 0,5 m (provvedimento M1.2 della norma CEI EN 50522 "de facto") **e non ci sia trasferimento** di potenziale all'esterno, **non è necessario misurare in sito il rispetto di U_{Tp} .**

Qualora sia rilevato un eventuale trasferimento di potenziale, originato da strutture metalliche sotterranee o di superficie rilevabili a vista o da planimetrie, carte, tracciati od informazioni comunque assunte e verificabili, che distano dall'impianto di terra meno di 4 m, è necessario prevedere la sua eliminazione mediante rimozione o isolamento delle stesse secondo le indicazioni del cap. 6 della CEI EN 50522; **se tali soluzioni non risultano praticabili, U_E va riportata in uno dei due casi precedenti, prevedendo una rielaborazione del progetto.**

4. **$U_E > 4 U_{Tp}$** ; questa eventualità comporta la necessità di verificare il rispetto di U_{Tp} mediante misure in sito a impianto ultimato, se queste non risultassero positive, potrebbe essere necessario il vero e proprio potenziamento dell'impianto di terra, **eventualità spesso antieconomica e di difficile attuazione; pertanto è sicuramente preferibile prevedere un dispersore che consenta di rientrare nei precedenti casi 1, 2 e 3.**

Qualora sia rilevato un eventuale trasferimento di potenziale, originato da strutture metalliche sotterranee o di superficie rilevabili a vista o da planimetrie, carte, tracciati od informazioni comunque assunte e verificabili, che distano dall'impianto di terra meno di 4 m, è necessario prevedere la sua eliminazione mediante rimozione o isolamento delle stesse secondo le indicazioni del cap. 6 della CEI EN 50522; **se tali soluzioni non risultano praticabili, U_E va riportata in uno dei tre casi precedenti, prevedendo una rielaborazione del progetto.**

Il procedimento sopra descritto è illustrato più avanti in Figura 17

7.2.2 Realizzazione dell'impianto di terra

La realizzazione dell'impianto di terra è subordinata al dimensionamento e verifica del progetto del dispersore, che, come visto nei paragrafi precedenti, dipende dalla tipologia di impianto secondario.

Al termine della realizzazione dell'IdT il progetto costruttivo deve essere caricato e disponibile sugli strumenti informatici a supporto¹⁰.

A. Soluzioni specifiche per le cabine di trasformazione ricavate in edifici

Le soluzioni realizzative normalmente previste possono essere distinte come segue:

- **cabina ricavata in edifici di nuova costruzione:** preferibilmente posta al livello del terreno in posizione periferica con accesso indipendente dall'esterno. Il dispersore deve essere realizzato con una maglia chiusa e quattro picchetti unificati negli angoli. Il dispersore può essere integrato con dispersori orizzontali estesi ed eventualmente con picchetto di profondità.
- **cabina ricavata in edifici preesistenti:** il dispersore è realizzato normalmente con un picchetto di profondità, interrato in prossimità della cabina all'esterno dell'edificio. Il dispersore può essere integrato con dispersori orizzontali estesi.

¹⁰ Sistemi SIREN, SIREN WEB, SCHEC, SCHER.

B. Soluzioni per posti di trasformazione e/o sezionamento su palo

Per questa tipologia di impianto secondario, il dispersore di terra deve essere realizzato tenendo conto delle indicazioni riportate nel punto G.4 della Norma CEI EN 50522 e come recepito dall'unificazione aziendale e nella Prescrizione tecnica n 002/O&M Progettazione e costruzione dei posti di trasformazione su palo.

C. Criteri realizzativi

I vari elementi metallici costituenti il dispersore, sia di tipo orizzontale che verticale, devono essere posti in contatto elettrico con il terreno e devono essere interrati preferibilmente in terreno vegetale.

Nella realizzazione dei dispersori occorre prestare particolare attenzione ad eventuali masse estranee (tubazioni interrate, recinzioni metalliche) per evitare il trasferimento a distanza di potenziali pericolosi.

In caso di vicinanza tra elementi del dispersore e tubazioni di acciaio zincato è consigliabile, per evitare la corrosione elettrolitica di queste ultime, isolare localmente dal terreno il dispersore o la tubazione con opportuni rivestimenti.

I dispersori non devono essere sottoposti a sforzi meccanici né al pericolo di logoramento meccanico o di rapide corrosioni.

Ulteriori indicazioni inerenti la realizzazione dell'impianto di terra sono riportate nella Normativa vigente.

7.2.3 Elementi da collegare all'impianto di terra

Tutte le masse dell'impianto secondario devono essere collegate al dispersore; tali collegamenti devono essere attestati su un collettore di terra.

Generalmente tale collettore è costituito da una corda di rame con sezione di 35 mm² (per le cabine di trasformazione, si fa riferimento alla specifica DC 1003 di standardizzazione e-distribuzione)¹¹; nel caso in cui tale conduttore non fosse sufficiente è necessario aggiungere degli elementi integrativi (es. conduttore flessibile in rame con sez. 50 mm²).

Per maggiori dettagli operativi si rimanda alla Prescrizione Tecnica 003/O&M Progettazione e costruzione delle cabine secondarie MT/BT e alla Prescrizione Tecnica 002/O&M Progettazione e costruzione dei posti di trasformazione su palo e la Prescrizione Tecnica 004/O&M Progettazione e costruzione delle linee MT in cavo aereo e la Guida Linee MT conduttori nudi.

La messa a terra riguarda in particolare:

- le masse delle apparecchiature MT, quali ad esempio:
 - gli scomparti e quadri MT;
 - il cassone del trasformatore MT/BT;
 - gli organi di manovra manuale delle apparecchiature;
 - i telai dei sezionatori;
 - i ripari di protezione dei circuiti MT;
 - a. il sezionatore o l'IMS MT;
 - b. gli scaricatori;
 - c. gli schermi dei cavi MT aerei/sotterranei;
 - d. la fune d'acciaio del cavo aereo MT.
- le masse dei quadri BT

¹¹ Tale indicazione di massima è supportata dalla considerazione che nei nodi di rete la corrente di doppio guasto monofase a terra e il relativo tempo di eliminazione del guasto generalmente non presentano i valori comunicati agli utenti MT. Per tali valori infatti la sezione indicata è insufficiente.

- qualsiasi altro contenitore di apparecchiature d'impianto.

Gli schermi dei cavi MT devono essere collegati ai dispersori di terra dei nodi alle due estremità. Dettagli esecutivi, con particolare riferimento ai collegamenti in cavo aereo, sono contenuti nella Prescrizione Tecnica n. 003/O&M "Progettazione e costruzione delle cabine secondarie MT/BT" e 004/O&M "Progettazione e costruzione delle linee MT in cavo aereo e la Guida Linee MT conduttori nudi".

I dispositivi di protezione contro le sovratensioni MT devono essere collegati al dispersore con il più breve percorso possibile.

Nei casi critici dove la corrente di guasto AT drenata dalle linee MT risulti eccessiva per cui si determinano potenziali pericolosi nei primi nodi secondari connessi alle linee MT, può risultare efficace inserire i giunti di isolamento sugli schermi dei cavi MT a fine di isolare elettricamente la CP, come mostrato in Figura 9.

In tali casi è necessario verificare:

- l'effettiva interconnessione degli impianti di terra dei nodi in corrispondenza di nodi di rete diversi dalla sbarra di CP;
- che i giunti stessi siano opportunamente posizionati affinché le guaine che rivestono gli schermi siano in grado di tenere la tensione totale di terra U_E che si determina in caso di guasto AT, nei pressi del giunto stesso, sia lato CP che lato CS¹².

Per quanto riguarda il secondo punto, qualora la tensione totale di terra U_E che si determina in caso di guasto AT sia superiore alla tensione che le guaine, che rivestono gli schermi, sono in grado di sopportare, occorre valutare la soluzione più opportuna da adottare in funzione della specifica situazione impiantistico/ambientale.

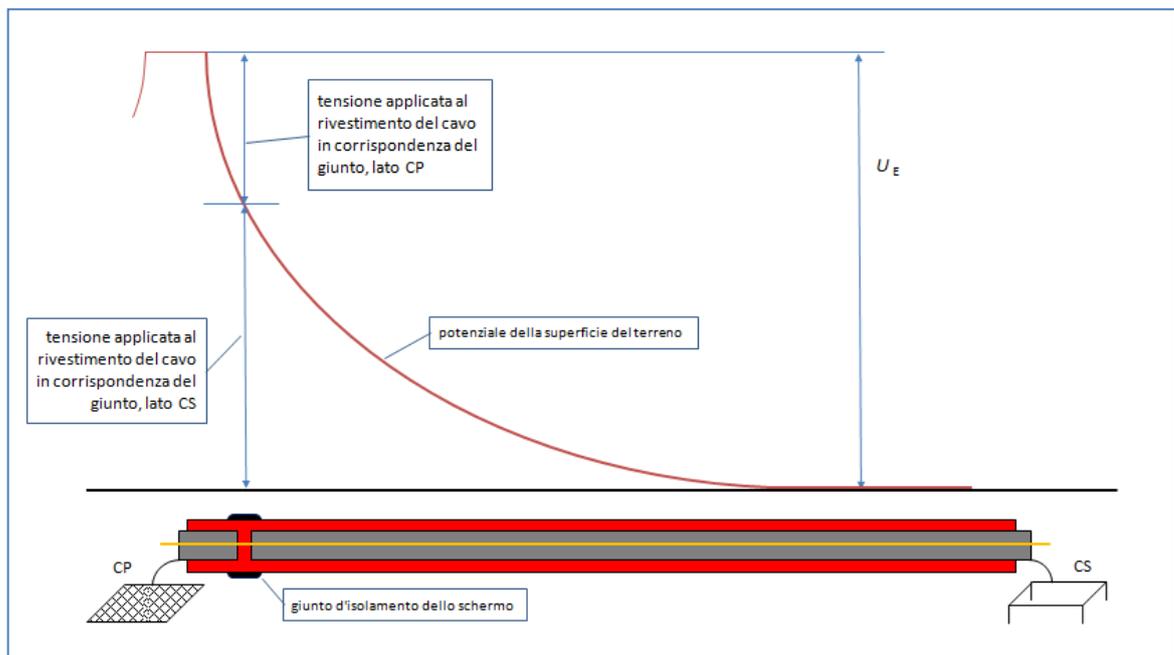


Figura 9 – Inserimento dei giunti d'isolamento

Qualora in luogo dei giunti di isolamento siano lasciati scollegati gli schermi dei cavi in CP, gli schermi stessi devono essere isolati per la tensione totale di terra della CP, sempre tenendo in considerazione la tensione di isolamento delle guaine che rivestono gli schermi.

Si precisa infine quanto segue:

¹² Tutte le attività sulle porzioni di rete, anche quelle della specie descritta nel testo, ovvero cavi con giunti d'isolamento, devono essere eseguite adottando tutte le misure previste dalla normativa di riferimento in tema di sicurezza elettrica ed esercizio degli impianti elettrici (CEI 11-27 e CEI EN 50110).

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- non vanno collegati all'impianto di terra elementi metallici, come i serramenti e porte, delle cabine secondarie che siano accessibili dall'esterno: ciò consente di usufruire sempre dei benefici derivanti dall'applicazione del provvedimento M 1.1 della norma CEI EN 50522;
- In caso di impianti di e-distribuzione collocati presso un utente esistente (caso di cabine di trasformazione + consegna utente MT) e asserviti all'alimentazione di altri utenti, qualora gli schermi dei cavi non siano collegati alla terra dell'utente stesso, è necessario collegare il neutro BT ad un impianto di terra separato da quello della terra d'utente.

7.2.4 Verifica dell'efficienza dell'impianto di terra in servizio

I criteri e le modalità di esecuzione delle verifiche di efficienza dell'IdT degli impianti secondari sono determinati dalla tipologia dell'impianto stesso; in particolare, tra gli impianti secondari si rilevano le seguenti principali categorie:

- cabine secondarie (CS) o comunque impianti di trasformazione MT/MT e/o MT/BT in esecuzione non su sostegno;
- Posti di trasformazione e/o sezionamento su palo (PTP o nodi di sezionamento su palo).

A. Cabine di trasformazione MT/MT o MT/BT o cabine secondarie

Per tali tipologie d'impianto, in coerenza con quanto stabilito dalla norma CEI 0-14 e secondo le modalità decifrate dalla CEI EN 50522, nella fase di verifica periodica è necessario:

- acquisire il valore della corrente di guasto I_F e della durata o tempo di eliminazione del guasto t_F in riferimento all'esercizio del neutro della rete in assetto standard¹³;
- controllo modello "O" della verifica precedente;
- controllo dello schema d'impianto;
- controllo della disposizione delle apparecchiature in coerenza con lo schema d'impianto;
- esame a vista dell'integrità delle connessioni metalliche secondo le modalità raccomandate dalla norma CEI 0-14;
- prova di continuità dei conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali. Tale prova va eseguita ai fini della sicurezza del personale che esegue la verifica; in particolare tale prova va eseguita per:
 - gli scomparti e quadri MT;
 - il cassone del trasformatore, qualora accessibile nell'ambiente d'impianto¹⁴;
 - gli organi di manovra manuale delle apparecchiature¹⁵;
 - telai dei sezionatori;
 - ripari delle protezioni dei circuiti MT;

¹³ Valori differenti devono essere presi in considerazione solamente in caso di variazioni significative e permanenti del regime di neutro e/o relativo tempo di eliminazione del guasto a terra.

¹⁴ Sono esclusi tutti i trasformatori MT/BT segregati ed i trasformatori MT/BT installati su pali, le attività inerenti la verifica di questa tipologia di impianti di trasformazione si rimanda ai paragrafi successivi del presente documento.

¹⁵ Anche per tali apparecchiature è necessario operare la verifica di continuità strumentale solamente nel caso in cui queste siano accessibili nell'ambiente d'impianto, senza entrare nella zona di prossimità. In caso infatti di posti di sezionamento su palo, per le attività di verifica e controllo è opportuno fare riferimento a quanto descritto nel paragrafo dedicato del presente documento.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

- o schermi dei cavi MT¹⁶.

B. Posti di trasformazione e/o sezionamento su palo

Le verifiche periodiche dell'efficienza dei dispersori degli impianti installati su palo¹⁷ sono svolte eseguendo una valutazione preliminare del livello di rischio (IR_{CI}) associato all'impianto stesso, come definito dalla linea guida CEI 99-6.

Si precisa che ai fini della sopra menzionata classificazione di ogni sito per classe di rischio è sempre necessario eseguire tutte le attività (esame della documentazione d'impianto, esame a vista dei luoghi, esame a vista dell'impianto) illustrate alla fine di questo paragrafo.

IR_{CI} è determinato attraverso la seguente relazione:

$$IR_{CI} = IF_G + IM_{zona} + IM_{TI} + IM_{PT}$$

dove i vari addendi hanno il seguente significato:

- probabilità di accadimento del guasto (IF_G),
- livello di frequentazione delle aree (IM_{zona}),
- tipologia dell'impianto (IM_{TI}),
- eventuali potenziali trasferiti/masse estranee (IM_{PT}).

Essi sono valutati secondo come descritto nella stessa CEI 99-6 (capitolo 5) e nelle modalità procedurali di seguito descritte.

Al termine del calcolo dei quattro parametri sopra definiti si ha un valore di IR_{CI} che può assumere un valore da -6 a + 14 secondo la scala sotto descritta:

Tabella 14 – Range di valori che possono essere assunti da IR_{CI}

Indice	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Livello	BASSO						MEDIO						ALTO								

1. Valutazione IF_G :

L'unità ATR/ESR, tramite gli archivi di rete, estrae le informazioni necessarie per il calcolo della frequenza di guasto.

Il valore di IF_G è ottenuto attraverso gli IGM localizzati sul palo/sostegno (nodo serie 2 - tipo palo o 3 – sezionamento) nell'ultimo periodo intercorrente tra due distinte verifiche, ossia 5 anni, normalizzato sull'anno (Tabella 15).

Tabella 15 – Valori dell'indice IF_G in funzione del numero di guasti normalizzato sull'anno

Numero di guasti normalizzato sull'anno (G)	IF_G
$G \leq 0,2$	1
$0,2 < G \leq 0,4$	3
$G > 0,4$	6

¹⁶ La verifica della continuità e connessione a terra degli schermi deve essere realizzata nel caso in cui questi risultino accessibili, da entrambe i lati (lato IdT in verifica e altro estremo del cavo). In caso di inaccessibilità la connessione degli schermi con il dispersore si procede alla rilevazione dell'impedenza di terra R_E e della tensione totale di terra U_E , come previsto nell'iter di verifica. Qualora il valore di $U_E < U_{Tp}$ l'IdT in prova risulta adeguato e l'interconnessione o meno degli schermi con il dispersore è ininfluenza. Nei casi in cui il valore di U_E sia superiore alla U_{Tp} è necessario procedere secondo come descritto nei paragrafi successivi del presente documento (Par.7.3).

¹⁷ I posti di trasformazione su palo o PTP sono classificati in archivio come nodi di serie "2", MM e MB. I posti di sezionamento su palo, altresì sono classificati in archivio come nodi di serie "3".

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

Se ad esempio per il **dato PTP** si sono registrati **2 IGM** nei 5 anni passati, il valore G è pari a $2/5=0,4$ e pertanto $IF_G = 3$.

2. Valutazione IM_{zona}

Facendo riferimento alla definizione di IM_{zona} fornito dalla CEI 99-6, il livello di frequentazione delle aree è valutato come combinazione di due parametri:

- durata della presenza nell'area, definita nella stessa norma TEMPO DI PERMANENZA;
- probabilità o frequenza di presenza nell'area, definita nella norma FREQUENZA DEGLI ACCESSI.

L'associazione dei valori dati ai due parametri di cui sopra determina la tipologia di zona, secondo quanto riportato nella Tabella 16:

Tabella 16 – Categorie di rischio relativamente alla presenza di persone, definite secondo la Guida CEI 99-6

Descrizione	Tempo di permanenza	Frequenza accessi	
AREE TIPO 1	Relativamente lungo	Qualunque	Qualche ora/giorno
	Breve	Frequentemente	Molte volte al giorno
AREE TIPO 2	Breve	Poco frequentemente	Poche ore al giorno
AREE TIPO 3	Raro	Occasionale	1 ora/anno

Per determinare se il TEMPO DI PERMANENZA di persone¹⁸ nella zona dove è installato il sostegno sia di transito o di stazionamento, si può far riferimento ad una procedura di verifica basata sulla georeferenziazione del palo e sull'analisi della zona in prossimità del palo (raggio di 2 m), da mappa satellitare (Google Maps o altri applicativi).

Per stabilire se la zona in considerazione sia di transito o di stazionamento, e quindi se il TEMPO DI PERMANENZA sia lungo o breve, deve essere applicata una procedura a check-list, riferita ad una casistica predeterminata di zone di possibile installazione dei pali, ispirandosi agli esempi già riportati nella guida CEI 99-6 e partendo dall'assunto che lì dove è verificabile la presenza di una area pedonabile, su cui si svolgono attività umane di qualunque tipo, il "rischio di stazionamento" è alto e comunque non quantificabile a priori e quindi cautelativamente il TEMPO DI PERMANENZA deve essere ritenuto LUNGO.

La check-list è sintetizzata in Figura 10

Palo posizionato su o in prossimità (<2m) di una superficie pedonabile, selezionabile fra le seguenti opzioni:

- marciapiede lungo strada
- percorso pedonale in area pubblica o privata (camminamenti, piste ciclabili, ecc.)
- aree di sosta in zone pubbliche o private e relative pertinenze (parcheggi, piazze, aree pedonali, aree picnic, aree di campeggio, aree attrezzate per lo svago, aree per mercati, aree per fiere, aree per mostre e aree per assemblee di persone all'aperto, giardini, corti, cortili, aree per la ristorazione)
- strutture sportive all'aperto (campi da tennis, campi sportivi, piscine, ecc.)
- stazioni passeggeri di mezzi di trasporto pubblico ed aree di sosta lungo strada (piazze di sosta, pensiline, banchine)
- strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico
- altro (definibile come superficie pedonabile) _____ (inserire descrizione)

Figura 10 – Check-list per la determinazione del tempo di permanenza della zona dove è installato il sostegno

Pertanto alla fine della valutazione del tempo di stazionamento, è prevista la seguente procedura:

TP.1. georeferenziazione del palo;

TP.2. estrazione (se disponibile) di una mappa satellitare con scala minima (5-10 m) e analisi della

¹⁸ Terzi o esposti come definito nella Decreto Legislativo n. 81/08

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

zona in un raggio di 2m (da Google Maps o altri applicativi). Di ausilio può essere anche la visualizzazione della zona in 3D (attraverso applicativi come Google street-view).

TP.3. analisi della zona con applicazione della check-list di Figura 10:

- Se è individuata una delle opzioni riportate nella check-list, la zona è a rischio di stazionamento di persone, quindi il TEMPO DI PERMANENZA deve considerarsi statisticamente LUNGO e automaticamente si ricade nel caso della ZONA DI TIPO 1 (Figura 11).
- Se invece non è individuata una delle opzioni riportate nella check-list, la zona non è a rischio di stazionamento di persone, ma si può considerare statisticamente di transito, quindi il TEMPO DI PERMANENZA deve considerarsi statisticamente BREVE ed è necessario procedere con la valutazione del secondo parametro che è la FREQUENZA DEGLI ACCESSI.

Analogamente, per determinare la FREQUENZA DEGLI ACCESSI si propone una procedura analitica di verifica basata su:

FA.1. georeferenziazione del palo;

FA.2. estrazione (se disponibile) di una mappa satellitare su scala 10 m con raggio 20 m (da Google Maps o altre applicazioni) ed analisi della zona allo scopo di definire la prossimità del palo ad attività umane di qualunque tipo;

FA.3. estrazione (se disponibile) di una mappa satellitare su scala 100 m con raggio 500 m (da Google Maps o altri applicativi), ed analisi della zona allo scopo di definire il livello di antropizzazione della zona;

FA.4. estrazione (se disponibile) di una mappa 3D (da applicativo tipo Google street view) ed analisi della zona in prossimità del palo, allo scopo di definire il livello di accessibilità del palo; la mappa 3D può essere utilizzata anche per le analisi ai punti FA.2 e FA.3.

Combinando i risultati dei quattro livelli di analisi come rappresentato in Figura 11, si ottiene il parametro FREQUENZA DEGLI ACCESSI.

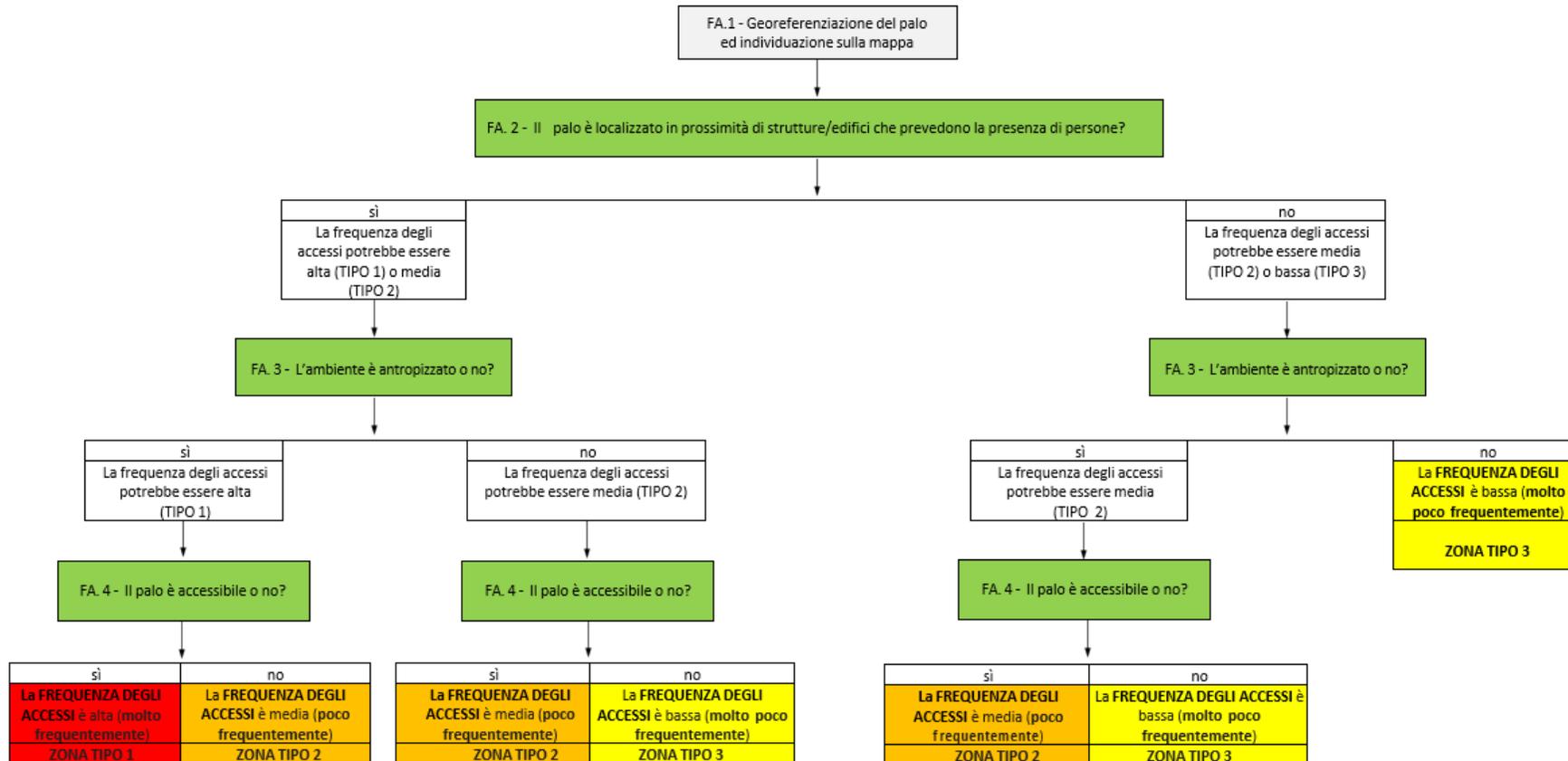


Figura 11 – Flowchart per la determinazione della frequenza degli accessi nel caso di tempo di permanenza breve

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

Nel caso in cui le mappe non sono disponibili, **la valutazione a priori con l'applicazione della procedura proposta non è fattibile e deve preliminarmente considerarsi il palo in zona in TIPO 1, rinviando alle verifiche sul campo una maggiore definizione.**

Per la definizione del livello di urbanizzazione/antropizzazione (FA.3), la valutazione a carico dell'operatore viene svolta mediante l'analisi visiva della mappa, in modo da semplificare e rendere semplice la verifica nella fase preliminare; come riferimento, l'ambiente può essere considerato antropizzato se nella mappa estratta è presente almeno un 25% della superficie valutata coperta da costruzioni e strutture.

Nel caso in cui le mappe in 3D non fossero disponibili l'ultimo check (FA.4) non può trovare risposta; in tal caso la procedura si arresta al livello precedente (FA.3), e si assegna il TIPO presunto in quel livello.

La procedura, nella sua applicazione, può essere quindi sintetizzata come nella tabella sotto riportata:

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 17 – Tabella di sintesi della valutazione di IM_{zona}.**

		ESITO DELLA VALUTAZIONE DI IM _{zona}									
TIPOLOGIA DI VERIFICA	Palo localizzato in prossimità di strutture/edifici che prevedono la presenza di persone?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No
	Palo localizzato in ambiente antropizzato?	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	No
	Palo accessibile?	Si	No	Non identificabile	Si	No	Non identificabile	Si	No	Non identificabile	---
CASO	Vicinanza ad attività umane in zona antropizzata con accessibilità al palo	Vicinanza ad attività umane in zona antropizzata senza accessibilità al palo	Vicinanza ad attività umane in zona antropizzata (nessuna informazione su accessibilità al palo)	Vicinanza ad attività umane in zona non antropizzata con accessibilità al palo	Vicinanza ad attività umane in zona non antropizzata senza accessibilità al palo	Vicinanza ad attività umane in zona non antropizzata (nessuna informazione su accessibilità al palo)	Lontananza ad attività umane in zona antropizzata con accessibilità al palo	Lontananza ad attività umane in zona antropizzata senza accessibilità al palo	Lontananza ad attività umane in zona antropizzata (nessuna informazione su accessibilità al palo)	Lontananza ad attività umane in zona non antropizzata (non è necessario valutare l'accessibilità al palo)	
FREQUENZA DEGLI ACCESSI	Molto frequentemente	Poco frequentemente	Molto frequentemente	Poco frequentemente	Molto poco frequentemente	Poco frequentemente	Poco frequentemente	Molto poco frequentemente	Poco frequentemente	Molto poco frequentemente	Molto poco frequentemente
TIPO ZONA	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 2	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 3

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**ESEMPIO APPLICATIVO:**

A titolo esemplificativo si riporta l'applicazione del metodo su un impianto secondario su palo.

STEP 1 – Informazioni anagrafiche dell'impianto oggetto di valutazione del IM_{zona} per il calcolo dell'indice di rischio IR_{CI} relativo alla verifica periodica.

Tabella 18 – Dati identificativi dell'impianto considerato

Dati identificativi dell'impianto installato su palo						
Codice ID	Tipologia (PTP, SEZ, ALTRE)	CFT (Comune Frazione Tecnica)	Ambito	Latitudine (NN,DDDDD)	Longitudine (NN,DDDDD)	Indirizzo
D620-2-419421	PTP	Napoli	Napoli Alta Conc	40,833364	14,183977	VIA VIC.VOLO S. ANGELO

STEP 2 – Estrazione delle mappe satellitari e 3D:

Tabella 19 – Estrazione delle mappe

Estrazione delle mappe	
<ul style="list-style-type: none"> • Inserimento delle coordinate di georeferenziazione del palo in applicativo tipo Google Maps o similare. • Estrazione della mappa satellitare in scala 5-10 m con raggio di 2 m, allo scopo di definire se la zona è di stazionamento o transito • Estrazione della mappa 3D, allo scopo di definire se la zona è di stazionamento o transito ed il livello di accessibilità del palo • Estrazione della mappa satellitare in scala 10 m con raggio 20 m, allo scopo di definire la prossimità del palo ad attività umane di qualunque tipo • Estrazione della mappa satellitare in scala 100 m con raggio 500 m, allo scopo di definire il livello di antropizzazione della zona 	
<p>Mappa satellitare in scala 5-10 m con raggio 2 m disponibile? <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no Se sì inserirla nello spazio sotto riportando il link: https://goo.gl/maps/ayaRugHx9Df86PhNA</p>	<p>Mappa 3D disponibile? <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no Se sì inserirla nello spazio sotto riportando il link: https://goo.gl/maps/ayaRugHx9Df86PhNA</p>
	
<p>Mappa satellitare in scala 10 m con raggio 20 m disponibile? <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no Se sì inserirla nello spazio sotto riportando il link: https://goo.gl/maps/ayaRugHx9Df86PhNA</p>	<p>Mappa satellitare in scala 100 m con raggio 500 m disponibile? <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no Se sì inserirla nello spazio sotto riportando il link: https://goo.gl/maps/ayaRugHx9Df86PhNA</p>
	

STEP3 – Considerando che le mappe sono disponibili si può passare a valutare il tempo di permanenza compilando la check-list dalla analisi della mappa satellitare con scala 5 m e raggio 2 m e dalla mappa 3D:

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 20 – Check-list per la determinazione del TEMPO DI PERMANENZA**

Check-list per la determinazione del TEMPO DI PERMANENZA a partire dalla mappa satellitare in scala 5-10 m con raggio 2 m e, ove disponibile dalla mappa 3D			
Il palo è posizionato su o in prossimità (<2m) di una superficie pedonabile, selezionabile fra le seguenti opzioni:			
<input type="checkbox"/>	marciapiede lungo strada		
<input type="checkbox"/>	percorso pedonale in area pubblica o privata (camminamenti, piste ciclabili, ecc.)		
<input type="checkbox"/>	aree di sosta in zone pubbliche o private e relative pertinenze (parcheggi, piazze, aree pedonali, aree picnic, aree di campeggio, aree attrezzate per lo svago, aree per mercati, aree per fiere, aree per mostre e aree per assemblee di persone all'aperto, giardini, corti, cortili, aree per la ristorazione)		
<input type="checkbox"/>	strutture sportive all'aperto (campi da tennis, campi sportivi, piscine, ecc.)		
<input type="checkbox"/>	stazioni passeggeri di mezzi di trasporto pubblico ed aree di sosta lungo strada (piazzole di sosta, pensiline, banchine)		
<input type="checkbox"/>	strutture adibite ad uso agricolo o zootecnico		
<input type="checkbox"/>	altro	(definibile come	superficie pedonabile)
	 (inserire descrizione)	

STEP 4 - Non è possibile selezionare nessuna delle opzioni in check-list, quindi il tempo di permanenza è breve e bisogna applicare la procedura per la determinazione della frequenza degli accessi.

STEP 5 – Al termine della valutazione si può ricavare il valore di IM_{zona} (Tabella 21 e Tabella 22).

Tabella 21 – Esito finale della valutazione del IM_{zona}

Esito finale della valutazione del IM_{zona}				
Mappe disponibili e analizzate: <input checked="" type="checkbox"/> mappa satellitare in scala 5-10 m con raggio di 2 m <input checked="" type="checkbox"/> mappa 3D <input checked="" type="checkbox"/> mappa satellitare in scala 10 m con raggio 20 m <input checked="" type="checkbox"/> mappa satellitare in scala 100 m con raggio 500 m	Tempo di permanenza: <input type="checkbox"/> Lungo <input checked="" type="checkbox"/> Breve	Frequenza degli accessi: <input type="checkbox"/> Molto frequentemente <input checked="" type="checkbox"/> Poco frequentemente <input type="checkbox"/> Molto poco frequentemente	Tipologia di zona <input type="checkbox"/> TIPO 1 <input checked="" type="checkbox"/> TIPO 2 <input type="checkbox"/> TIPO 3	Descrizione del caso (da Tabella per la valutazione della FREQUENZA DEGLI ACCESSI) <u>Vicinanza ad attività umane in zona non antropizzata con accessibilità al palo</u>

Tabella 22 – Valori dell'indice IM_{zona} in funzione della probabilità di accesso agli impianti

Descrizione Aree	Probabilità di accesso agli impianti	IM_{zona}
AREE TIPO 1	ALTA	-1
AREE TIPO 2	MEDIA	-3
AREE TIPO 3	BASSA	-5

3. Valutazione IM_{TI}

La tipologia di sostegno è un'informazione nota alle unità Esercizio Rete ed è ottenibile tramite gli archivi di rete.

Gli impianti vengono classificati come:

- P1: PTP con palo LAMS¹⁹

¹⁹ Nel caso di sostegni/pali supportanti il PTP di tipo "misto", con base in CAC e prolunga in metallo, per altezze della base in CAC superiori a 2,5m, si assumerà il valore di IM_{TI} corrispondente alla tipologia P2

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- P2: PTP con palo CAC
- P3: PTP con palo in materiale non conduttore
- S1: SEZ su palo LAMS²⁰
- S2: SEZ su palo CAC
- S3: SEZ su palo in materiale non conduttore
- A1: Altre apparecchiature su palo LAMS²¹
- A2: Altre apparecchiature su palo CAC
- A3: Altre apparecchiature su palo in materiale non conduttore

IM_{TI} può assumere valore pari a **1, 3 o 6** (sostegno in materiale non conduttore, in CAC o in lamiera) in funzione della tipologia di impianto e della probabilità di danno (Tabella 23).

Tabella 23 – Valori dell'indice IM_{TI} in funzione della tipologia dell'impianto

Tipologia Impianto	Probabilità di danno dovuta alla tipologia di impianto	IM_{TI}
P1/S1/A1	ALTA	6
P2/S2/A2	MEDIA	3
P3/S3/A3	BASSA	1

4. Valutazione IM_{PT}

Di norma IM_{PT} in fase di valutazione preliminare da parte dell'unità di Esercizio Rete per i vari impianti elettrici in esecuzione su palo, per cui non sono riscontrabili a priori elementi e/o componenti di trasferimento di potenziale, può essere assunto un valore pari a -3; tale assunzione è dovuta al fatto che normalmente, in fase di dimensionamento, progettazione e successiva realizzazione di un'installazione su palo le eventuali masse estranee (**tubazioni, rotaie, recinzioni, tralicci, barriere metalliche, guardrail...**) e masse (**apparecchiature**) presenti nell'intorno dell'impianto (in via cautelativa 4 m di distanza) sono rese inaccessibili e/o opportunamente isolate. Di contro, qualora fosse nota la presenza di masse/masse estranee nell'intorno del sostegno accessibili e non isolate, verrà a assunto un valore di IM_{PT} pari a +3.

Tabella 24 – Valori dell'indice IM_{PT} in funzione della presenza/assenza di elementi di trasferimento di potenziale

Elementi che possono determinare potenziali trasferiti	IM_{PT}
Presenti	+3
Assenti	-3

Una volta calcolato detto IR_{CI} ed il suo corrispondente livello, è possibile stabilire la tipologia di verifica da svolgere:

²⁰ Nel caso di sostegni/pali supportanti il SEZ di tipo "misto", con base in CAC e prolunga in metallo, per altezze della base in CAC superiori a 2,5m, si assumerà il valore di IM_{TI} corrispondente alla tipologia S2.

²¹ Nel caso in cui i sostegni/pali supportanti le apparecchiature elettriche siano di tipo "misto", con base in CAC e prolunga in metallo; per altezze della base in CAC superiori a 2,5m, si assumerà il valore di IM_{TI} corrispondente alla tipologia A2.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**Tabella 25 – Tipologia di verifica da effettuare in funzione del valore calcolato di IR_{CI}**

Livello	Tipo di verifica
BASSO	<ul style="list-style-type: none"> Esame della documentazione Esame a vista dell'impianto
MEDIO/ALTO	<ul style="list-style-type: none"> Esame della documentazione Esame a vista dell'impianto Prove e misure in impianto

A questo punto, nella fase operativa della verifica in sito, il personale tecnico addetto, per qualsiasi livello di rischio associato all'impianto: riceve la seguente scheda di riepilogo di IR_{CI} associato ad impianto su palo (Sezione già ricompresa nel modello di verbale di verifica / controllo dell'impianto – Vedi modello verbale esemplificativo riportato in 7.6).

Valutazione preliminare di IR _{CI}	IF _G - Probabilità di accadimento del guasto ($N_g = \underline{\hspace{2cm}}$)	_____	+
	IM _{zona} - Livello di frequentazione delle aree da parte degli esposti	_____	+
	IM _{TI} - Tipologia dell'impianto	_____	+
	IM _{PT} - Eventuali potenziali trasferiti/masse estranee	_____ -3	=
	IR _{CI} - Indice di rischio da contatti indiretti ($IR_{CI} = IF_G + IM_{zona} + IM_{TI} + IM_{PT}$)	_____	
IdT Conforme alle versioni di norma CEI di riferimento (ad es. CEI 11-8, CEI 11-1 e s.m.i. e successive) progetto unificato ENEL rispondente alla normativa			

Figura 12 – Sintesi del valore di IR_{CI} valutato preliminarmente alla verifica

A seguito del ricevimento del verbale, con la parte relativa all'IR_{CI} valutato preliminarmente, il personale addetto alle verifiche / controlli, direttamente in sito, indipendentemente dal valore di IR_{CI}, secondo come stabilito dal capitolo 6 della CEI 99-6, esegue le seguenti attività:

- Esame della documentazione d'impianto: viene acquisito il valore di IR_{CI} calcolato preliminarmente il cui valore equivalente è indicato nella sezione di verbale di verifica compilata da ESR e sintetizzato secondo come riportato in Figura 12 e, progetto dell'impianto di terra²².
- Esame a vista dei luoghi: viene eseguita una valutazione in sito dei parametri influenzanti il valore di IR_{CI}, in particolare:
 - IM_{zona} (per determinare se l'area dov'è installato l'impianto in verifica è diversa da quella indicata).
 - IM_{TI} (atto a determinare se le caratteristiche costruttive dell'impianto su palo sono diverse da quanto dichiarato).

²² La documentazione progettuale dell'impianto di terra delle installazioni su palo, come per gli impianti MT/MT o MT/BT o cabine secondarie, è quella riferita alle specifiche di unificazione aziendale al momento della realizzazione dell'impianto stesso. L'unificazione ha sempre recepito la normativa vigente in materia. In caso di indisponibilità di tali tabelle unificate, ad es. perché l'impianto realizzato ante nazionalizzazione, questo è da ritenersi progettato secondo la normativa vigente al momento della realizzazione.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- IM_{PT} (atto a determinare se ci sia o meno la presenza di elementi che possano dar luogo a potenziali trasferiti, rispetto a quanto indicato; ad es. installazione di una recinzione metallica o un guardrail entro una distanza di 4 m dal sostegno/palo d'impianto).

Esame a vista dell'impianto, condotto come determinato e descritto nel paragrafo precedente (7.2.4A), comprende l'accertamento:

- Dell'integrità e del buono stato di conservazione dei componenti d'impianto;
- Dell'integrità del sostegno e dell'assenza di parti visibili della fondazione;
- Della presenza di collegamento a terra delle masse.

Al termine di tali controlli il personale tecnico addetto alle verifiche compila l'apposita sezione del verbale (Vedi modello verbale esemplificativo riportato in 7.6):

Nel caso in cui l' IR_{CI} associato al palo sia di livello medio e/o alto, l'esecuzione della verifica strumentale deve essere condotta secondo i criteri descritti nel paragrafo 7.3 e del capitolo 6 della Guida CEI 99-6.

Un basso livello dell' IR_{CI} è indicativo di un maggiore livello di sicurezza dell'impianto che pertanto non necessita di verifiche strumentali; è quindi auspicabile, qualora possibile, prevedere un intervento di bonifica su qualsiasi parte d'impianto che influenzi direttamente l' IR_{CI} e che sia di competenza del distributore. A titolo esemplificativo, si riportano le seguenti azioni²³:

- Sostituzione del contenitore/armadio metallico porta interruttori BT con uno analogo in materiale non conduttore: in tal modo si incide sull' IM_{PT} da +3 a -3;
- Ripristino delle condizioni originarie di isolamento del sostegno: nel caso di palo in CAC, occorre prevedere il ripristino del rivestimento in cemento o comunque materiale isolante in modo da impedire l'accessibilità alle parti scoperte dei ferri di armatura. Questa tipologia di azione tende ad agire sull' IM_{TI} , che è conservato, a questo punto, al valore +3.
- Isolamento della bandella esterna o conduttori delle connessioni di terra o, qualora non presente, rivestimento con materiale o tubo isolante delle calate di connessione di terra (ad es. scaricatori), fino ad un'altezza di 2,5 m o addirittura per tutta la lunghezza verticale della posa sul palo (come da Prescrizione Tecnica n. 002/O&M: "Progettazione e costruzione dei posti di trasformazione su palo"); in questo modo si andrebbe ad incidere sull' IM_{PT} da +3 a -3.
- Verniciatura isolante dei pali metallici²⁴. Per questo tipo di intervento la Linea Guida CEI 99-6 non fornisce indicazioni specifiche, come anche la norma madre EN 50522. In tal caso, ci si può riferire a quanto già messo in atto dai distributori, gestori di CP, dove tradizionalmente, nelle verifiche periodiche, in caso di curve di potenziali particolarmente sostenute nell'area in prossimità della CP, viene praticata la verniciatura dei tralicci accedenti (del TSO) all'impianto in verifica. Questo provvedimento, benché non esplicitamente annoverato, tende a realizzare un provvedimento M; è a tutti gli effetti praticato e adottato con il fine di contenere il trasferimento di potenziale. Sulla scia di tale pratica, consolidata nel tempo, è possibile decifrare l'attività di verniciatura, come azione che agisce sull' IM_{PT} . Per cui per un palo LAMS verniciato l' IM_{TI} rimane pari a 6, infatti il sostegno rimane metallico, l' IM_{PT} passa da +3 a -3 visto che il sostegno, per la parte accessibile, che intrinsecamente realizza la connessione verso terra, non presenta parti metalliche esposte²².

²³ Le azioni descritte in termini di modalità attuativa e tipologia d'intervento sono indicative. Le unità competenti e responsabili del processo di verifica hanno la facoltà di adottare o meno, nel rispetto della normativa vigente, azioni equipollenti e/o analoghe.

²⁴ La verniciatura deve essere eseguita, ovviamente fino ad un'altezza tale da rendere inaccessibile ed impraticabile il contatto con la parte di sostegno non ricoperta (altezza minima 2,5 m).

7.3 Verifica degli impianti di terra degli impianti secondari

L'efficienza dell'impianto di terra degli impianti secondari²⁵ in servizio, non facente parte di un impianto di terra globale, deve essere verificata, ad intervalli non superiori a 5 anni²⁶, effettuando in sito le verifiche, le misure ed i controlli riassunti nella tabella seguente:

Tabella 26 – Verifiche, misure e controlli in occasione delle verifiche periodiche di efficienza dell'IdT

Tensione totale di terra (U_E)	verifiche, misure e controlli			
	Z_E	collegamenti a terra delle masse	tensione di contatto (entro il perimetro dell'IdT)	Potenziali trasferiti (all'esterno dell'IdT)
$U_E \leq 2 U_{Tp}$	Si	Si	No	Si (azione b)
$2 U_{Tp} < U_E \leq 4 U_{Tp}$	Si	Si	Si (azione a)	Si (azione b)
$U_E > 4 U_{Tp}$	Si	Si	Si (azione c)	Si (azione d)

In linea con le raccomandazioni del cap. 6.2 della Norma CEI EN 50522, in tutti i casi, anche con $U_E \leq 2 U_{Tp}$, è necessario verificare che eventuali tubi metallici o schermi o armature o funi portanti di cavi messi a terra in corrispondenza di una sola estremità²⁷ non siano accessibili.

Qualora per le predette strutture esista una possibilità di accesso in punti diversi da quello di messa a terra e dove non è predisposto un adeguato dispersore è necessario misurare in sito il rispetto di U_{Tp} . Nel caso poi di presenza di strutture metalliche sotterranee o di superficie, rilevabili a vista o da planimetrie, carte, tracciati od informazioni comunque assunte e verificate, nell'area limitrofa all'impianto²⁸, deve essere eseguito il controllo dei potenziali trasferiti.

Azione a) E' necessario verificare la validità e/o mettere in atto i provvedimenti M riportati nell'allegato E della norma CEI EN 50522 o, come indicato nel paragrafo 5.4.2 dello stesso testo normativo, verificare, per mezzo di misure²⁹, il rispetto della tensione massima di contatto ammissibile U_{Tp} .

²⁵ Le cabine di trasformazione MT/MT e MT/BT o cabine secondarie CS sono classificate in archivio come nodi di serie "2", MM e MB. Viceversa, i nodi di sezionamento sono classificati in archivio come nodi di serie "3". Qualora il sezionatore affacciato non abbia codifica AUI per la sua anagrafica si farà riferimento al relativo PTP.

²⁶ Le verifiche degli IdT sono eseguite con cadenza quinquennale qualora la rete MT cui sono connesse le cabine non subisca delle variazioni significative e permanenti dello stato del neutro.

²⁷ Si presuppone che, sia gli schermi dei cavi MT, aerei ed interrati, sia le funi portanti dei cavi, siano connessi a terra ad entrambi gli estremi (od a più estremi, nel caso di linee MT in cavo aereo connesse a terra tramite la fune portante praticamente in corrispondenza di ciascun sostegno) tramite dispersori intenzionali (anelli, picchetto/i, etc.) dove le persone possono venire a contatto solo con una quota della tensione totale di terra. I "baffi" od assimilabili sono a contatto diretto con il terreno e facendo parte del dispersore intenzionale, trasferiscono potenziali solo se vi è presenza di altre strutture metalliche, interrate o meno, in "prossimità" dell'impianto di terra.

²⁸ Con area limitrofa all'impianto s'intende un'area di "ragionevole" influenza del dispersore in prova. Tale area dipende dalle dimensioni dell'impianto di terra stesso.

²⁹ Misure puntuali che dovranno essere descritte nel rapporto di verifica.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Tabella 27 – Provvedimenti M da applicare entro il perimetro dell'IdT in verifica

Durata del guasto o tempo di eliminazione del guasto t_f	Provvedimenti Allegato E norma CEI EN 50522		
	Su pareti esterne e su recinzioni intorno agli impianti	Impianto all'interno (MT/MT ed MT/BT in box, in elevazione, minibox 1 o 2 piani e microbox)	Impianto all'esterno (PTP con sezionamento o senza) ³⁰
> 5s	M1 o M2	M3	M4.1 o M4.2 ³¹
≤ 5s	M1 o M2	M3	M4.2 ³²

Provvedimenti M1

Per impianti secondari con impianti all'interno (impianti di trasformazione o CS), nel caso in cui, l'IdT è realizzato mediante un dispersore ad anello chiuso con distanza dal perimetro della CS circa pari a 1 m interrato ad una profondità inferiore a 0,5 m (provvedimento M1.2 della norma CEI EN 50522 "de facto")³³ e **non ci sia trasferimento** di potenziale all'esterno, si può evitare di effettuare la verifica della U_{Tp} all'interno del perimetro dell'IdT della CS.

Nel caso in cui l'IdT non presenti le caratteristiche sopra descritte è suggerita l'applicazione del provvedimento M1.2 praticando un potenziamento del dispersore di terra.

In alternativa deve essere verificato che:

- non siano accessibili dall'esterno della CS parti metalliche (porte, serramenti, etc.) collegate all'impianto di terra della CS stessa (provvedimento M 1.1 della norma CEI EN 50522); oppure
- sia assicurato l'isolamento del posto di manovra attraverso la presenza di uno strato isolante realizzato conformemente a quanto previsto nel provvedimento M1.3 della norma.

Provvedimenti M2

Per impianti secondari con impianti all'esterno, nel caso di:

- PTP o sezionamenti su palo in presenza di IdT realizzati in coerenza con il punto G.4 l'allegato G della norma CEI EN 50522 (presenza implicita del provvedimento M2.2³⁴), non essendo presente un'area esterna all'impianto e non essendo generalmente definito un perimetro dell'IdT, non è necessario effettuare la verifica della U_{Tp} in prossimità del perimetro del dispersore;
- CS o impianti di trasformazione³⁵, in caso di realizzazione della recinzione in accordo al provvedimento M2.1 della Norma CEI EN 50522, non è necessario effettuare la verifica della U_{Tp} in prossimità del perimetro dell'IdT.

Provvedimenti M3

Negli impianti secondari con impianti all'interno (impianti di trasformazione o CS), laddove possibile, si suggerisce di adottare uno dei provvedimenti di tipo M3:

³⁰ Possono esserci casi eccezionali di CS con esecuzione impianto in aria.

³¹ Il provvedimento M4.2 è da considerarsi valido per gli IdT delle CP.

³² Il provvedimento M4.2 è da considerarsi valido per gli IdT delle CP.

³³ Sono da considerarsi analoghi i dispersori realizzati in conformità a CEI 11-8, per cui era genericamente prescritto un anello chiuso con masse all'interno, con distanza del dispersore dalla parete esterna compresa tra 0,5 m e 1,5 m e una profondità inferiore a 0,7 m.

³⁴ È considerata recinzione dell'impianto l'area di prossimità al/i sostegno/i del PTP.

³⁵ Tale tipologia d'impianto, con esecuzione degli impianti all'esterno, non è prevista nell'attuale unificazione aziendale.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- installare, se possibile, un dispersore orizzontale di terra interrato in prossimità delle pareti esterne e collegato all'impianto di terra; oppure
- l'isolamento dei posti di manovra per la tensione totale di terra, in conformità alle indicazioni del provvedimento M1.3 della norma;
- Provvedere alla interconnessione di parti metalliche che possono essere toccate dal posto di manovra e che devono essere collegate a terra.

Provvedimenti M4

Negli impianti secondari con impianti all'esterno (in generale PTP o sezionamenti su palo), è necessario prevedere un combinato delle soluzioni proposte dal provvedimento M4.1 della norma; in particolare è necessario, laddove possibile, prevedere la connessione a terra di tutte le parti metalliche costituenti gli impianti e/o provvedere all'isolamento dei posti di manovra in analogia al provvedimento M1.3 della norma.

Infine, in riferimento a quanto disposto dal punto G.4 dell'allegato G della Norma CEI EN 50522, riguardante i provvedimenti specifici per i posti di trasformazione e/o di sezionamento su palo, il contenimento delle tensioni di contatto può essere realizzato anche prevedendo l'uso di apparecchiature isolanti durante l'esecuzione delle manovre (guanti, tappetini isolanti, ecc ...).

Le azioni da intraprendere sono le seguenti:

Azione b) In linea con le raccomandazioni del cap. 6.2 della Norma CEI EN 50522 è necessario verificare che eventuali tubi metallici o schermi o armature o funi portanti di cavi messi a terra in corrispondenza di una sola estremità³⁶ non siano accessibili. Qualora per le predette strutture esista una possibilità di accesso in punti diversi da quello di messa a terra e dove non è predisposto un adeguato dispersore è necessario misurare in sito il rispetto di U_{Tp} . Nel caso di presenza di strutture metalliche sotterranee o di superficie, il controllo dei potenziali trasferiti va effettuato se queste strutture siano rilevabili a vista o da planimetrie, carte, tracciati od informazioni comunque assunte e verificate e distinto dall'impianto di terra oggetto di verifica meno di 4 m.

Azione c) E' necessario fare riferimento ai provvedimenti M riportati nell'allegato E della norma CEI EN 50522, o, come indicato nel paragrafo 5.4.2 dello stesso testo normativo, verificare, per mezzo di misure³⁷, il rispetto della tensione massima di contatto ammissibile U_{Tp} .

Tabella 28 – Provvedimenti M da applicare entro il perimetro dell'IdT in verifica

Tempo di eliminazione del guasto t_F	Verifiche e provvedimenti Allegato E norma CEI EN 50522		
	Su pareti esterne e su recinzioni intorno agli impianti	Impianto all'interno (MT/MT ed MT/BT in box, in elevazione, minibox 1 o 2 piani e microbox)	Impianto all'esterno (PTP con sezionamento o senza) ³⁸
> 5s	$U_T \leq U_{Tp}$	M3	M4.2 ³⁹
≤ 5s	$U_T \leq U_{Tp}$		

³⁶ Si presuppone che, sia gli schermi dei cavi MT, aerei ed interrati, sia le funi portanti dei cavi, siano connessi a terra ad entrambi gli estremi (od a più estremi, nel caso di linee MT in cavo aereo connesse a terra tramite la fune portante praticamente in corrispondenza di ciascun sostegno) tramite dispersori intenzionali (anelli, picchetto/i, etc.) dove le persone possono venire a contatto solo con una quota della tensione totale di terra. I "baffi" od assimilabili sono a contatto diretto con il terreno e facendo parte del dispersore intenzionale, trasferiscono potenziali solo se vi è presenza di altre strutture metalliche, interrate o meno, in "prossimità" dell'impianto di terra.

³⁷ Misure puntuali che dovranno essere descritte nel rapporto di verifica.

³⁸ Possono esserci casi eccezionali di CS con esecuzione impianto in aria.

³⁹ Il provvedimento M4.2 è da considerarsi valido per gli IdT delle CP.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

In presenza di impianti di trasformazione **connessi a reti con neutro compensato con tempi di eliminazione del guasto $t_F > 5s$** , con impianti all'interno o all'esterno è necessario eseguire la verifica della U_T sulle parti metalliche delle pareti esterne e/o recinzioni dell'impianto.

Si suggerisce di eseguire la verifica sulle seguenti parti:

- cancello della recinzione e recinzione (se presente);
- eventuali corpi metallici presenti tra il cancello della recinzione e la porta dell'edificio cabina;
- porta della cabina;
- ulteriori punti metallici accessibili;

In presenza di impianti di trasformazione (CS, PTP o sezionamenti su palo) **connessi a reti con neutro isolato o messo a terra mediante resistore con tempi di eliminazione del guasto $t_F \leq 5s$** , con impianti all'interno o all'esterno è necessario eseguire la verifica della U_T su tutte le parti metalliche dell'impianto.

Si suggerisce di eseguire la verifica sulle seguenti parti d'impianto:

- pareti esterne e/o recinzioni:
 - cancello della recinzione e recinzione (se presente);
 - eventuali corpi metallici presenti tra il cancello della recinzione e la porta dell'edificio cabina (per le CS);
 - porta della cabina (per le CS);
 - ulteriori punti metallici accessibili;
- involucri di componenti elettrici:
 - scomparti dei quadri MT (per le CS);
 - cassone del trasformatore;
 - quadri BT (per le CS);
 - apparecchiature di telecomando (modem, antenne, ecc ...);

La verifica della U_T deve essere condotta secondo come indicato nell'allegato H della Norma CEI EN 50522.

Provvedimenti M3

Negli impianti secondari con impianti all'interno (impianti di trasformazione o CS) **connessi a reti con neutro compensato con tempi di eliminazione del guasto $t_F > 5s$** , laddove possibile, si suggerisce di adottare uno dei provvedimenti di tipo M3:

- installare, se possibile, un dispersore orizzontale di terra interrato in prossimità delle pareti esterne e collegato all'impianto di terra; oppure
- l'isolamento dei posti di manovra per la tensione totale di terra, in conformità alle indicazioni del provvedimento M1.3. Provvedere alla interconnessione di parti metalliche che possono essere toccate dal posto di manovra e che devono essere collegate a terra.

Provvedimenti M4

Negli impianti di trasformazione con impianti all'esterno (PTP o sezionamenti su palo) **connessi a reti con neutro compensato con tempi di eliminazione del guasto $t_F > 5s$** , è necessario l'adeguamento dell'IdT prevedendo l'applicazione dei provvedimenti "specifici" descritti nel punto G.4 dell'allegato G della Norma CEI EN 50522.

Azione d) In linea con le raccomandazioni del cap. 6.2 della Norma CEI EN 50522, in presenza di eventuali tubi metallici o schermi o armature o funi portanti di cavi messi a terra in corrispondenza di

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

una sola estremità⁴⁰ è **necessario misurare** in sito il rispetto di U_{Tp} . Nel caso di presenza di strutture metalliche sotterranee o di superficie, il controllo dei potenziali trasferiti va effettuato se queste strutture sono rilevabili a vista o da planimetrie, carte, tracciati od informazioni comunque assunte e verificate e distano dall'impianto di terra oggetto di verifica meno di 4 m.

7.3.1 Adeguamento degli impianti di terra in caso di variazioni significative e permanenti

Qualora nel corso dei 5 anni che intercorrono fra due verifiche periodiche degli impianti di terra siano registrati nuovi valori di corrente di guasto a terra dovuti a variazioni **significative e permanenti**⁴¹ della rete elettrica MT cui gli impianti secondari sono connessi in regime di assetto standard, è necessario mettere in programma degli interventi di adeguamento.

In generale tale controllo deve essere eseguito con cadenza annuale, in concomitanza della verifica dell'esercizio dello stato del neutro previsto nella GE 25, mediante i Sistemi a supporto⁴².

Le condizioni che determinano la verifica dell'adeguatezza degli IdT degli impianti secondari connessi in assetto standard sono:

- variazioni significative e permanenti della corrente di guasto a terra su reti con neutro isolato o a terra mediante resistore, dovute a notevoli cavizzazioni e/o sviluppo della rete aerea, per cui il valore della tensione totale di terra ($U_E = Z_{E_limite} * I_F$ o $R_{E_limite} * I_F$ ⁴³) ecceda il valore limite $2 U_{Tp}$. Il sistema fa riferimento al valore di I_F che alimenta la CS considerata in assetto standard.
- variazioni significative e permanenti del tempo di eliminazione del guasto da $t_F \leq 5s$ a $t_F > 5s$, dovute all'introduzione dell'automazione di rete. Questo caso non è verificabile nelle reti di e-distribuzione, in quanto, prudenzialmente, tutte le reti con neutro connesso a terra mediante impedenza prevedono un dimensionamento, una realizzazione e una verifica degli IdT che tenga conto dei tempi propri dell'automazione ($> 5s$). Nei casi in cui il neutro sia connesso a terra mediante resistore, i tempi di eliminazione dei guasto sono considerati prendendo in riferimento il valore della corrente di guasto a terra⁴⁴;
- variazione dello stato di esercizio del neutro con passaggio da neutro isolato a neutro connesso a terra mediante impedenza/resistore unificato. I valori della corrente di guasto a terra e i tempi di riferimento per l'eliminazione del guasto sono indicati nel paragrafo 7.2.1 del presente documento e nella GE 25. Nei casi in cui siano considerate degli impianti secondari facenti parte di porzioni di rete connesse a semisbarre MT di altri esercenti e/o connesse a semisbarre MT di e-distribuzione per cui il neutro è connesso a terra attraverso dispositivi non unificati, i sistemi a supporto terranno in considerazione il valore di I_F (I_g) e t_F inseriti manualmente; non sono da considerare variazioni significative e permanenti della rete tutti gli assetti non standard.

⁴⁰ Si presuppone che, sia gli schermi dei cavi MT, aerei ed interrati, sia le funi portanti dei cavi, siano connessi a terra ad entrambi gli estremi (od a più estremi, nel caso di linee MT in cavo aereo connesse a terra tramite la fune portante praticamente in corrispondenza di ciascun sostegno) tramite dispersori intenzionali (anelli, picchetto/i, etc.) dove le persone possono venire a contatto solo con una quota della tensione totale di terra. I "baffi" od assimilabili sono a contatto diretto con il terreno e facendo parte del dispersore intenzionale, trasferiscono potenziali solo se vi è presenza di altre strutture metalliche, interrate o meno, in "prossimità" dell'impianto di terra.

⁴¹ Le variazioni significative e permanenti dello stato del neutro e della rete elettrica sono quelle descritte nella CEI 0-16 e nella GE 25.

⁴² Sistema SIREN: procedura cto-cto per semisbarra MT.

⁴³ Il valore della Z_{E_limite} o R_{E_limite} è calcolato in automatico da SIREN / SIREN WEB, per ogni CS connessa alla semisbarra MT, in assetto standard.

⁴⁴ Per approfondimenti è possibile fare riferimento alla GE 25.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

7.3.2 Misura della resistenza di terra o dell'impedenza di terra

La misura della resistenza di terra deve essere eseguita con il metodo della caduta di tensione, come indicato nella Norma CEI EN 50522 allegato L per impianti di terra di piccola o media estensione.

Nel caso di cabine con impianto di terra indipendente la misura fornisce il valore della resistenza di terra R_E del dispersore in prova.

Nel caso di cabine con impianti di terra interconnessi la misura fornisce il valore dell'impedenza di terra Z_E di tutti gli impianti collegati. La misura va effettuata nella cabina interessata alla verifica nella condizione ordinaria di esercizio, in presenza quindi delle interconnessioni tra i dispersori delle diverse cabine.

La misura si esegue collegando il misuratore di terra (specificata e-distribuzione EA0428) alla sonda di tensione e al dispersore ausiliario di corrente (o sonda di corrente), come esemplificato in Figura 14.

Le sonde di tensione e di corrente sono costituite da picchetti che devono essere infissi nel terreno rispettando opportuni criteri di distanza dall'impianto in prova, altrimenti la misura può essere affetta da errori anche notevoli.

La sonda di corrente deve essere posizionata ad una distanza di almeno 4 volte la diagonale massima del dispersore di terra, comunque non inferiore a 40 m.

La sonda di tensione deve essere posizionata ad una distanza di almeno 2,5 volte la diagonale massima dell'impianto in prova, comunque non inferiore a 20 m.

Il misuratore di terra dispone di un generatore, che fa circolare una corrente fra l'impianto in prova e il dispersore ausiliario, e di un voltmetro che misura la caduta di tensione fra l'impianto in prova e la sonda di tensione (Figura 14). Lo strumento calcola automaticamente la resistenza di terra.

Affinché la misura sia esatta è indispensabile che la sonda di tensione sia posizionata in un punto del terreno a potenziale zero: questa condizione è assicurata quando i picchetti vengono posizionati alle distanze sopra indicate.

Se ciò non fosse possibile, per accertarsi se la sonda di tensione è posizionata correttamente, è sufficiente spostare il picchetto di qualche metro verso il dispersore in prova e verso il dispersore ausiliario: se la misura non cambia significa che la sonda si trova a potenziale zero.

Come si può vedere dalla Figura 14, se la sonda di tensione è troppo vicina all'impianto in prova la misura risulta sbagliata per difetto, se è troppo vicina al dispersore ausiliario la misura è sbagliata per eccesso (solo quest'ultima condizione è ritenuta accettabile in quanto è a favore della sicurezza).

Prima di effettuare i collegamenti occorre sempre controllare che vi sia assenza di potenziali significativi fra le sonde e l'impianto in prova. Occorre, inoltre, prestare attenzione affinché i tre cavi di misura siano ben isolati e non siano annodati fra di loro per evitare accoppiamenti induttivi che potrebbero determinare errori di misura.

La precisione del misuratore di terra deve essere verificata periodicamente, come indicato nell'istruzione IO 79 del 18.07.2014, "Gestione degli strumenti di misura in Enel Distribuzione SpA".

7.3.3 Determinazione della tensione totale di terra

Nel caso di cabine con impianto di terra indipendente e resistenza di terra R_E , la tensione totale di terra U_E viene determinata dalla seguente relazione:

$$U_E = R_E \cdot I_F$$

Nel caso di cabine con impianti di terra interconnessi e impedenza di terra Z_E , la tensione totale di terra viene determinata dalla seguente relazione:

$$U_E = Z_E \cdot I_F$$

In dipendenza del criterio di progetto adottato e delle reali condizioni impiantistiche, la tensione totale di terra U_E può risultare inferiore al valore limite che rende non necessaria l'adozione dei provvedimenti M o la verifica delle tensioni di contatto, oppure al di sopra di tale limite. In ogni caso la U_E deve risultare inferiore a 4000 V,

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

al fine di limitare le sollecitazioni elettriche trasferite agli isolamenti e componenti BT in occasione di guasto MT.

Nel caso in cui il neutro BT sia collegato all'impianto di terra di cabina la U_E deve comunque risultare inferiore a:

- 1200 V per le reti caratterizzate da tempi di eliminazione del guasto con $t_F \leq 5s$;
- 250 V per reti caratterizzate da tempi di eliminazione del guasto con $t_F > 5s$.

In sede di verifica della U_E è consentito effettuare un guasto reale sulla rete MT per usufruire dell'ulteriore riduzione della corrente di terra dovuta al mutuo accoppiamento fra gli schermi dei cavi ed i relativi conduttori di cui non si è tenuto conto in sede di progetto del dispersore.

7.3.4 Misura delle tensioni di contatto

Qualora la verifica preveda la misura delle tensioni di contatto, questa deve essere effettuata in conformità a quanto previsto nella Norma CEI EN 50522 allegato H.

La corrente di prova dovrebbe, per quanto possibile, essere scelta di valore tanto elevato che le tensioni misurate (tensione totale di terra e tensioni di contatto, riferite alla corrente di prova) risultino maggiori delle possibili tensioni di interferenza e di disturbo; allo scopo deve essere utilizzato un metodo ad iniezione di corrente (Norma CEI EN 50522, allegato L).

Gli elettrodi per la simulazione dei piedi devono essere costituiti da piastre metalliche da appoggiare al suolo con superficie di contatto totale di 400 cm² e una forza applicata verticalmente non inferiore a 500 N.

Le misure devono essere effettuate con uno strumento (specifica e-distribuzione EA0429) avente resistenza interna di 1 k Ω , con le modalità rappresentate in Figura 15.

La tensione di contatto deve essere misurata collegando lo strumento fra una parte metallica accessibile ed i due elettrodi ausiliari disposti al suolo, ad 1 m di distanza dalla proiezione del punto di contatto alla suddetta parte.

L'elettrodo a punta per la simulazione della mano deve essere in grado di forare con certezza un rivestimento di vernice (non l'isolamento).

Per quanto riguarda la tensione di passo (U_S), è suggerito di eseguire la rilevazione nel caso in cui nell'impianto possano manifestarsi delle U_T significative ($U_E > 4 \cdot U_{Tp}$ e tempo di eliminazione del guasto $t_F < 5s$).

La misura di U_S viene eseguita collegando lo strumento fra i due elettrodi ausiliari disposti a 1 m di distanza l'uno dall'altro.

Sul terreno ricoperto di ghiaia, asfalto o simili la misura va effettuata ponendo l'elettrodo su un panno bagnato o su un sottile strato d'acqua.

Sul terreno erboso, in alternativa agli elettrodi a piastra, è consentito usare due picchetti infissi nel terreno per almeno 20 cm.

Le tensioni misurate devono essere riportate al valore di riferimento della corrente di guasto, ammettendo che esse varino proporzionalmente alla corrente dispersa.

Le tensioni di contatto devono risultare inferiori ai valori limite previsti nella Norma CEI EN 50522 in relazione al tempo di eliminazione del guasto, così come riportato nella Tabella 13.

7.3.5 Documentazione

Per ogni cabina di trasformazione con impianto di terra non compreso in un impianto di terra globale deve essere disponibile la seguente documentazione:

- il progetto dell'impianto di terra per cabine di trasformazione realizzato in conformità alla CEI EN 50522 e precedenti norme vigenti al momento della realizzazione;

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- il modello "O";
- schede di supporto in cui vengono riportati i valori della tensione di passo e di contatto, comprovanti la verifica dell'impianto.

Per ogni PTP o posto di sezionamento su palo con impianto di terra non compreso in un impianto di terra globale deve essere disponibile la seguente documentazione:

- il progetto dell'impianto di terra per PTP o posto di sezionamento su palo realizzato in conformità alla CEI EN 50522 ⁴⁵;
- il modello "O";
- schede di supporto in cui vengono riportati i valori della tensione di passo e di contatto, comprovanti la verifica dell'impianto.

7.3.6 Registrazione dei dati di verifica dell'impianto di terra dell'impianto

Per ogni impianto secondario con impianto di terra non compreso in un impianto di terra globale le schede a supporto per la registrazione dei valori rilevati di tensione di contatto e di passo, nei casi di esecuzione di verifica strumentale, devono essere conservate in forma cartacea⁴⁶ e inseriti nei sistemi informatici a supporto (a seguito scannerizzazione) trascrivendo, negli appositi campi i valori della tensione di contatto e di passo misurate in impianto e i dati di verifica per l'aggiornamento del modello "O" che deve essere stampato e reso disponibile presso l'impianto oggetto di verifica.

7.4 Collegamento a terra del centro stella - neutro BT

In dipendenza dallo stato del neutro MT e dei tempi di coordinamento delle protezioni di linea MT per l'eliminazione del guasto, è possibile avere le seguenti situazioni:

1. neutro MT isolato o con interruttore shunt: il tempo di eliminazione del guasto è sempre inferiore a 5 s (vedi tabella di riferimento della GE 25). Pertanto, **il collegamento del centro stella - neutro BT alla terra della cabina non è consentito qualora la tensione totale di terra U_E risulti maggiore di 1200 V**. In questo caso il neutro va collegato ad un dispersore separato ⁴⁷ che garantisca, in presenza di un guasto a terra in cabina, una sopraelevazione di potenziale inferiore a 1200 V. **Il collegamento del neutro alla terra di cabina è invece consentito qualora la tensione totale di terra U_E risulti minore o uguale a 1200 V**.
2. neutro MT connesso a terra tramite impedenza/resistore (esclusi complessi DT 1099/1 e /2): si considera un tempo di eliminazione del guasto superiore a 5 s ⁴⁸ (vedi tabella di riferimento della GE 25). Pertanto, **il collegamento del centro stella - neutro BT alla terra della cabina non è consentito qualora la tensione totale di terra U_E risulti maggiore di 250 V**. In questo caso il neutro va collegato ad un dispersore separato ⁴⁹ che garantisca, in presenza di un guasto a terra in cabina,

⁴⁵ Per i PTP e posti di sezionamento da palo di nuova realizzazione, a seguito dell'entrata in vigore della presente prescrizione è richiesta una descrizione ed archiviazione della documentazione di progetto in conformità alla normativa vigente.

⁴⁶ Nelle more dell'adeguamento dei sistemi informatici, le schede di supporto dovranno essere compilate manualmente e conservate in forma cartacea. A regime, tutta la documentazione del progetto/dimensionamento e le schede a supporto riportanti le rilevazioni delle tensioni di passo e di contatto in occasione delle verifiche dell'IdT dell'impianto di trasformazione (impianti MT/MT e MT/BT, esclusi i PTP) è archiviata direttamente nella scheda d'impianto in **Sired Light Mobile e validata in SiredWeb**.

⁴⁷ Di norma si assume come distanza di riferimento dalla cabina / impianto in verifica un valore pari a 4 volte la diagonale della maglia di cabina.

⁴⁸ Il t_F considerato tiene conto dell'automazione **attivabile** sulla direttrice di linea MT (FNC).

⁴⁹ Di norma si assume come distanza di riferimento dalla cabina / impianto in verifica un valore pari a 4 volte la diagonale della maglia di cabina.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

una sopraelevazione di potenziale inferiore a 250 V. Il **collegamento del neutro alla terra della cabina è invece consentito e consigliato qualora** la tensione totale di terra U_E **risulti minore o uguale a 250 V.**

3. neutro MT connesso a terra tramite complessi DT 1099/1 e /2): il tempo di eliminazione del guasto è sempre inferiore a 5 s (vedi tabella di riferimento della GE 25 e sono indicati nel paragrafo 7.2.1 del presente documento). **Si ricade, pertanto, nella situazione descritta relativamente al punto 1.**
4. neutro MT connesso a terra tramite resistore non unificato/dispositivo di messa a terra di altro esercente: il tempo di eliminazione del guasto può essere superiore o inferiore o uguale a 5 s. In tal caso **ci si riferisce ai punti 1 o 2** a seconda del valore di t_F .

Nel caso di cabine con collegamenti aerei MT **e/o presenza di spinterometri**, la connessione del centro stella – neutro BT a terra sul medesimo dispersore dell'impianto secondario può determinare un aumento delle sovratensioni transitorie trasferite per fulminazioni a terra; l'opportunità di adottarla dovrà quindi essere valutata tenendo conto anche di questo aspetto.

7.5 Impianto di terra facente parte di un impianto di terra globale

Gli impianti di terra globali (IdTG) sono propri delle **aree con alta concentrazione di impianti di terra** (IdT di nodi primari, secondari, di sezionamento o PTP⁵⁰), per i quali è realizzata o realizzabile un'interconnessione (attraverso gli schermi dei cavi o le funi portanti dei cavi aerei).

Possibili metodi per individuare tali aree e per effettuare verifiche sono riportati nel seguito.

7.5.1 Criteri grafici per individuare aree con alta concentrazione di impianti di terra

A. Metodo manuale

Il metodo manuale prevede le seguenti attività:

- individuazione, mediante i sistemi informatici a supporto⁵¹, di una potenziale area (stampare su carta in scala l'area individuata, con la rappresentazione degli impianti secondari);
- estrarre dai sistemi informatici a supporto⁵² le caratteristiche dei rami e dei nodi eleggibili, ovvero tutti quei nodi interconnessi fra loro tramite linee in cavo interrato o aereo;
- verificare che la densità di nodi interconnessi intorno ad ogni nodo eleggibile sia sufficiente, tracciando un cerchio di raggio 350 m centrato in ogni nodo eleggibile e contando il numero di nodi contenuti al suo interno. Se questo è ≥ 10 si ha una densità relativa di almeno 25 cabine per km², limite minimo sufficiente per prendere in considerazione l'area selezionata;
- tracciare delle circonferenze aventi un raggio 150 m con centro nei nodi interconnessi (tutti i nodi);
- tracciare l'involuppo alle circonferenze tenendo in considerazione solamente quelle che hanno almeno un punto in comune con la precedente e la successiva (Figura 16). La distanza massima fra i nodi sul confine (interconnessi o interconnettibili) dell'area deve essere minore di 300 m.

E' bene sottolineare che, a seguito dell'applicazione del criterio sopra esposto, potrebbero essere individuate delle aree con alta concentrazione di impianti di terra che non soddisfano il criterio della densità minima e quindi, teoricamente, da escludere (Figura 16); tuttavia si ha la possibilità di classificare l'area individuata come idonea per la realizzazione di un IdTG globale se è assicurato, mediante idonee misure, il contenimento delle tensioni di contatto entro i limiti stabiliti.

⁵⁰ Qualora l'interconnessione tra i PTP e gli altri nodi della rete sia realizzata mediante cavo.

⁵¹ Sistema SIGRAF (grande scala) e/o Sistema GEO-SIRED.

⁵² Sired, BO, ecc ...

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

B. Metodo automatico

La procedura, implementata sui sistemi informatici⁵³, permette di valutare in automatico:

- la sequenza di nodi distanti tra loro ad una distanza $d \leq 300$ m rappresentati a video;
- la tipologia di connessione presente tra i nodi individuati (cavo interrato, cavo aereo, linea aerea o nessuna connessione);
- valutare l'area equivalente netta dei cerchi di raggio $r = 150$ m inscritti intorno ad ogni nodo considerato;
- calcolo della densità di nodi equivalente (espressa in nodi / km²) presenti nell'area descritta nel punto precedente;
- calcolo automatico del rapporto distanza nodi/lunghezza interconnessione (d/L_{conn}) se presente.

L'operatore valuta puntualmente ogni area individuata dal sistema tenendo conto della connessione o connettibilità degli IdT dei nodi presenti nell'area.

7.5.2 Verifica iniziale di IdTG (anno 0)

A valle dell'individuazione, con metodo manuale o automatico, di un'area idonea per la realizzazione di un IdTG, si procede alla verifica dell'effettiva congruenza tra l'analisi strumentale effettuata ed effettive condizioni impiantistiche che consiste nel:

1. verificare la presenza di giunti di isolamento sulle singole linee MT facenti parte dell'IdTG e le eventuali interruzioni intenzionali sugli schermi dei cavi uscenti dalla CP;
2. verifica dell'interconnessione degli schermi di tutte le linee MT che interessano l'IdTG;
3. verifica delle tensioni di contatto a campione;
4. prove di continuità.

Relativamente al punto 1., se le linee MT facenti parte di un IdTG sono prive di **giunti di isolamento e/o interruzioni intenzionali** degli schermi dei cavi MT in CP, l'interconnessione fra gli schermi dei cavi delle diverse linee che alimentano CS facenti parte dell'IdTG si realizza nella/e CP stessa/e. Per quanto riguarda la corrente di guasto monofase a terra di impianti secondari in prossimità di CP, senza giunti di isolamento sugli schermi dei cavi MT, è necessario considerare la maggior corrente fra quella drenata dallo schermo del cavo in caso di guasto AT o MT.

Per quanto riguarda il punto 2., è necessario individuare sulla schematica di rete il numero minimo di nodi di rete MT che determinano **l'interconnessione degli schermi** di tutte le linee MT che interessano l'IdTG e verificare che gli schermi siano effettivamente interconnessi in tali nodi. Poiché il numero di tali nodi può essere assai elevato, la verifica iniziale può essere fatta secondo la Tabella 29:

Tabella 29 – Verifiche a campione della continuità degli schermi

Numero minimo di impianti secondari nodo che garantiscono l'interconnessione degli IdT [min-max]	Verifiche di continuità degli schermi a campione [min-max]
<10	3
10÷50	3÷5
51÷200	5÷20
201÷1000	20÷100
>1000	100

⁵³ Sistemi SIREN e AUI

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Nel caso di impianti secondari con montaggio a giorno, la verifica può essere fatta anche con adeguata documentazione fotografica che evidenzi, senza alcun dubbio, l'interconnessione degli schermi.

Per quanto concerne il punto 3., è necessario verificare che le **tensioni di contatto** siano inferiori ai valori massimi consentiti in relazione alla durata del guasto (tempo di eliminazione del guasto t_F) e non siano molto diverse fra loro.

Poiché generalmente il numero di impianti di terra che costituiscono l'IdTG globale è piuttosto elevato, si ritiene ragionevole effettuare le misure su un campione di esse come riportato nella tabella seguente:

Tabella 30 – Verifiche a campione delle tensioni di contatto in occasione della prima verifica

Numero di impianti secondari comprese nell'impianto di terra globale [min-max]	Misure di U_E / U_T INIZIALI [min-max]	Prove di continuità dei collegamenti [min-max]
10÷50	10÷20	tutti gli impianti secondari la cui verifica scade quell'anno
51÷200	20÷40	
201÷1000	40÷100	
>1000	100	

Le misure devono essere effettuate privilegiando le cabine poste nella periferia dell'impianto. All'interno dell'area individuata conviene generalmente limitare il numero di misure a non più del 10% del totale. In ogni caso, al fine di ridurre il più possibile l'impatto sui utenti, si consiglia di effettuare le misure in concomitanza con altre verifiche (ad esempio durante i collaudi dei sistemi di protezione).

Il valore massimo di tensione totale di terra misurato durante la prima verifica non deve superare il 66% della massima tensione di contatto ammissibile relativa al tempo di eliminazione del guasto, per tenere conto del fatto che un impianto di terra globale deve essere tale a prescindere dalla corrente di guasto; in altre parole, un aumento della I_F comunque verificatosi (per es. a seguito aumento naturale della cavizzazione) non deve determinare variazioni apprezzabili della U_E dei singoli impianti di terra facenti parte dell'IdTG.

Pertanto, qualora l'IdTG sia soggetto "naturalmente" a modeste variazioni di I_F , cioè quando il numero di impianti secondari in esso comprese è superiore a 200 e/o tali impianti secondari sono alimentati da reti equipaggiate di impedenza di messa a terra (bobine di Petersen) che mantengono costante il valore di I_F , il valore massimo di tensione totale di terra misurato non dovrà superare il 75% della massima tensione di contatto ammissibile relativa al tempo di eliminazione del guasto.

Se da verifiche precedenti sono disponibili misure di U_E o U_T in numero/posizione/valore soddisfacenti, è sufficiente limitare il numero di misure a quelle previste per le verifiche periodiche. Se invece alcune misure di U_E o U_T già disponibili sono superiori ai limiti previsti è opportuno concentrare le misure su tali impianti di terra.

Qualora alcuni valori misurati siano superiori al suddetto limite (ma siano al di sotto della massima tensione di contatto ammissibile relativa al tempo di eliminazione del guasto), è necessario valutare debitamente l'opportunità di definire globale l'impianto di terra.

Per impianti di terra estesi, la norma CEI EN 50522 suggerisce che la misura delle tensioni di contatto venga eseguita mediante iniezione di corrente di valore elevato facendo disperdere all'impianto di terra una corrente alternata a 50 Hz non inferiore al 1% della corrente di guasto reale⁵⁴ e comunque non inferiore a 50 A in sistemi con neutro rigidamente a terra e 5 A in sistemi con neutro isolato o a terra tramite impedenza.

La necessità di disperdere correnti elevate crea difficoltà:

- per l'ubicazione del dispersore ausiliario di corrente. Questo deve essere posto a distanza tale che il campo dovuto alla corrente che in esso circola non alteri sensibilmente il gradiente di potenziale dovuto alla corrente dispersa nell'impianto in prova;

⁵⁴ In relazione all'ubicazione della cabina (in prossimità o distante da impianti primari) bisognerà considerare la corrente più elevata fra quella drenata dall'impianto di terra in caso di guasto monofase a terra AT o MT.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- per la realizzazione del dispersore ausiliario di corrente la cui resistenza di terra deve essere tale da consentire la circolazione della corrente da disperdere senza ricorrere a tensioni di alimentazione eccessivamente elevate.

Per reti molto estese è possibile superare tali difficoltà solo utilizzando linee elettriche ed impianti di terra di altri sistemi elettrici. Si tenga però presente che nelle aree a limitata accessibilità di misura, tipiche degli ambienti urbani, risulta difficile se non impossibile collocare la sonda di corrente (dispersore ausiliario) al di fuori dell'area di influenza del dispersore in prova.

Per una valutazione delle tensioni di passo e contatto il cui risultato non sia alterato dalla problematica sopra descritta, si riporta di seguito il metodo di misura da adottare⁵⁵.

Si tratta di un criterio di misura delle tensioni di cui sopra entro un settore angolare di 160° avente come asse la congiungente del dispersore in prova con la sonda di corrente ed orientato verso il dispersore ausiliario posto a distanza ravvicinata (vedi Figura 13).

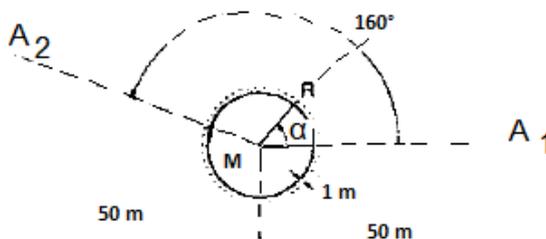


Figura 13 – Posizione dell'elettrodo emisferico di misura (M) e delle sonde ausiliarie (A1, A2) alle distanze di 50 m

Tali misurazioni risultano conservative ovvero propongono valori maggiori di quelle che si sarebbero determinate con sonda di corrente posta all'infinito. L'errore che si commette, a favore della sicurezza, è massimo al centro e nullo sui bordi del suddetto settore. Pertanto, se le tensioni di contatto, ricavate dalle misure realmente effettuabili, con gli accorgimenti sopra richiamati, in aree urbane concentrate, risultano non pericolose ai fini della sicurezza delle persone lo saranno ancor meno in caso di guasti reali.

Per ulteriori dettagli sulle misure di tensioni di contatto si faccia riferimento al par.7.3.4.

Anziché le tensioni di contatto è conveniente quando possibile, misurare la resistenza del dispersore R_E e da questa ricavare la tensione totale di terra U_E come descritto in dettaglio nei par.7.3.2 o 7.3.3.

Per tutti gli impianti secondari che non sono oggetto di verifiche all'atto della prima verifica dell'IdTG, rimane valida la misura di R_E effettuata nel corso di verifiche iniziali o periodiche precedenti. È comunque opportuno programmare le attività di verifica periodica in modo tale da assicurare nel tempo la verifica di tutti gli impianti. Per quanto riguarda il punto 4, le **prove di continuità** dei conduttori di terra devono essere effettuate su tutti gli impianti di terra degli impianti secondari compresi nell'impianto di terra globale la cui verifica periodica scade quell'anno (anno 0 per l'IdTG) con idonei strumenti aventi una corrente di prova di almeno 0,2 A e una tensione a vuoto compresa fra 4 e 24 V. Non è ammesso misurare la continuità con un normale tester nella funzione di ohmmetro, infatti le correnti di prova dei tester sono estremamente basse e non metterebbero in evidenza eventuali difetti delle connessioni.

7.5.3 Verifiche periodiche dell'IdTG

Le verifiche periodiche devono essere effettuate ad intervalli non superiori a 5 anni e consistono:

- per i singoli impianti secondari, nella prova di continuità dei conduttori di terra su tutte le cabine oggetto di verifica (con la loro periodicità);

⁵⁵ Il metodo descritto è stato validato attraverso uno studio condotto nell'ambito del progetto MeterGlob, i cui risultati sono stati pubblicati a luglio 2015.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

- per l'impianto di terra globale, nella misura di tensione totale di terra U_E o di contatto U_T su un campione di cabine riportato nella seguente tabella:

Tabella 31 – Verifiche a campione delle tensioni di contatto in occasione delle verifiche periodiche

Numero di impianti secondari comprese nell'impianto di terra globale [min-max]	Misure di U_E / U_T PERIODICHE [min-max]	Prove di continuità dei collegamenti [min-max]
10÷50	2÷10	tutti gli impianti secondari la cui verifica scade quell'anno
51÷200	10÷20	
201÷1000	20÷50	
>1000	50	

Le verifiche sugli impianti secondari, grazie alle quali si realizza l'interconnessione degli schermi delle linee facenti parte dell'IdTG, vanno invece effettuate in quantitativo non inferiore a quello previsto per la dichiarazione iniziale, avendo cura di verificare gli impianti secondari non oggetto delle precedenti verifiche.

La misura di tensione totale di terra U_E o di contatto U_T , a campione, ha lo scopo di comprovare statisticamente l'assenza di tensioni di contatto pericolose nell'intera area dell'impianto globale.

Come già richiamato in precedenza, è opportuno programmare le attività di verifica periodica in modo tale da assicurare nel tempo la verifica di tutti gli impianti.

La verifica è ritenuta soddisfacente se, per tutte le misure eseguite, i valori di tensione totale di terra o di tensione di contatto, tenendo conto della massima corrente di guasto a terra, risultano sempre inferiori al 66% (oppure < 75 % per IdTG soggetti a modeste variazioni di I_F) della tensione di contatto ammissibile U_{Tp} . Il risultato delle verifiche a campione deve essere annotato nella documentazione dell'impianto di terra globale e nei modelli O.

Eseguendo la misura della resistenza di terra con il metodo volt-amperometrico (misuratore di terra e picchetti) nelle ordinarie condizioni di esercizio, a causa della presenza in parallelo delle resistenze di terra delle altre cabine interconnesse, il valore misurato è sempre molto piccolo, anche se il dispersore della cabina in prova ha una resistenza molto alta. Questo metodo di misura non è pertanto in grado di individuare la presenza di dispersori danneggiati dalla corrosione o da guasti meccanici. Quando, soprattutto per alcune cabine molto vecchie, non è possibile risalire ai requisiti di progetto dell'impianto di terra e/o si possono ipotizzare particolari condizioni corrosive, il dispersore dovrebbe essere ispezionato a vista periodicamente (ad esempio mediante scavi). Tuttavia, questa operazione, oltre che molto costosa, non è sempre attuabile e quindi è senz'altro preferibile realizzare un nuovo dispersore costituito da un anello e quattro picchetti. In alternativa si possono utilizzare idonei metodi di prova che consentano di misurare l'effettiva resistenza del dispersore in prova, in modo da rilevarne indirettamente lo stato di conservazione.⁵⁶

Affinché le cabine possano fare parte di un impianto di terra globale, è indispensabile che esse siano effettivamente interconnesse attraverso gli schermi dei cavi MT; è pertanto necessario che, in caso di lavori o prove che comportino l'accesso ai terminali dei cavi MT, il personale interessato verifichi puntualmente che lo schermo dei cavi sia debitamente collegato e comunichi l'informazione alla struttura competente affinché aggiorni il modello O dell'impianto.

Un possibile metodo per controllare l'effettiva interconnessione dell'impianto di terra consiste nella misura della resistenza di terra con il misuratore di terra: se la resistenza misurata è sufficientemente bassa (indicativamente 0,3 Ω) significa che l'impianto è certamente interconnesso (ma se non lo fosse è comunque sicuro), in caso contrario è opportuno effettuare un controllo mediante esame a vista.

⁵⁶ Esistono appositi strumenti che, entro determinate condizioni, permettono di misurare la resistenza effettiva del dispersore in prova.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT

Ambito di Applicazione: e-distribuzione

7.5.4 Documentazione

Deve essere redatta un'opportuna documentazione tecnica, allo scopo di comprovare la sussistenza dei requisiti e delle caratteristiche dell'impianto di terra globale. Tale documentazione deve essere mantenuta debitamente aggiornata e custodita presso la sede dell'unità organizzativa consegnataria degli impianti⁵⁷, ed essere eventualmente messa a disposizione dell'Autorità di controllo (ad es. AUSL).

La documentazione tecnica deve comprendere:

- La denominazione e il codice identificativo dell'impianto di terra globale (RR.AA.NNNN⁵⁸) con le seguenti indicazioni:
 - area geografica su cui insiste l'impianto di terra globale;
 - metodo grafico utilizzato per verificare la concentrazione di impianti di terra interconnessi;
 - densità media degli impianti di terra interconnessi;
 - modalità di interconnessione degli impianti di terra;
 - pianta topografica che indichi l'ubicazione delle cabine i cui impianti di terra fanno parte dell'impianto di terra globale.
- Principali caratteristiche del sistema elettrico MT di alimentazione:
 - livello di tensione;
 - sistema di messa a terra e stato del neutro;
 - valore o campo di variazione della corrente di guasto monofase a terra;
 - valore o campo di variazione del tempo di eliminazione del guasto.
- Elenco delle eventuali cabine primarie con impianti di terra interconnessi all'impianto di terra globale con riferimento alle relative verifiche indicando esplicitamente la presenza di giunti di isolamento e la posizione dei nodi che garantiscono l'interconnessione degli impianti di terra delle cabine secondarie.
- Elenco delle cabine che fanno parte dell'impianto globale, con i seguenti dati:
 - numero identificativo e indirizzo delle cabine MT/BT;
 - nome delle linee MT che alimentano le varie cabine.
- Progetto dell'impianto di terra delle singole cabine MT/BT (uno per ogni tipologia).
- Descrizione delle verifiche iniziali e periodiche con indicazione:
 - del metodo adottato;
 - dei valori misurati;
 - della massima tensione di terra misurata.
- Modelli "O", in copia, delle singole cabine MT/BT con la dicitura "Cabina facente parte dell'impianto di terra globale N° _____" e l'annotazione di ogni verifica iniziale o periodica effettuata o di eventuali controlli del collegamento degli schermi dei cavi all'impianto di terra in occasione di interventi di manutenzione.

⁵⁷ Ai sensi delle attuali disposizioni organizzative (D 132) è l'Esercizio.

⁵⁸ CODICE IDENTIFICATIVO, dal codice della Regione (prevalente) dove è ubicato l'impianto di terra globale (RR), l'anno di prima certificazione (AA) e da un numero progressivo (NNNN).

La documentazione deve essere completata con un atto di certificazione, firmato da chi ha verificato la sussistenza dei requisiti elettrici e geometrici (responsabile di Zona) nonché dal responsabile dell'unità organizzativa consegnataria degli impianti (responsabile di Esercizio).

Quando ci sono variazioni consistenti di assetti di rete (ad esempio nuove CP o nuovi insediamenti industriali) è necessario ridefinire gli impianti secondari che fanno parte dell'IdTG ed effettuare una revisione dell'atto di certificazione dell'impianto.

L'Allegato 1 riporta lo schema da adottare per certificare e documentare l'impianto di terra globale.

7.5.5 Criteri realizzativi

Il dispersore dell'impianto di terra in progetto facente parte di un IdTG deve essere dimensionato con le caratteristiche minime, attualmente previste e riportate nella Prescrizione Tecnica n. 003/O&M "Progettazione e costruzione delle cabine secondarie MT/BT" che garantiscano la resistenza meccanica e alla corrosione e soddisfino i requisiti termici

7.6 Appendice 1

Si riportano, di seguito, alcuni schemi esemplificativi del metodo di misura della resistenza o dell'impedenza di terra con il metodo della caduta di tensione e delle verifiche delle tensioni di passo e contatto per una cabina secondaria.⁵⁹

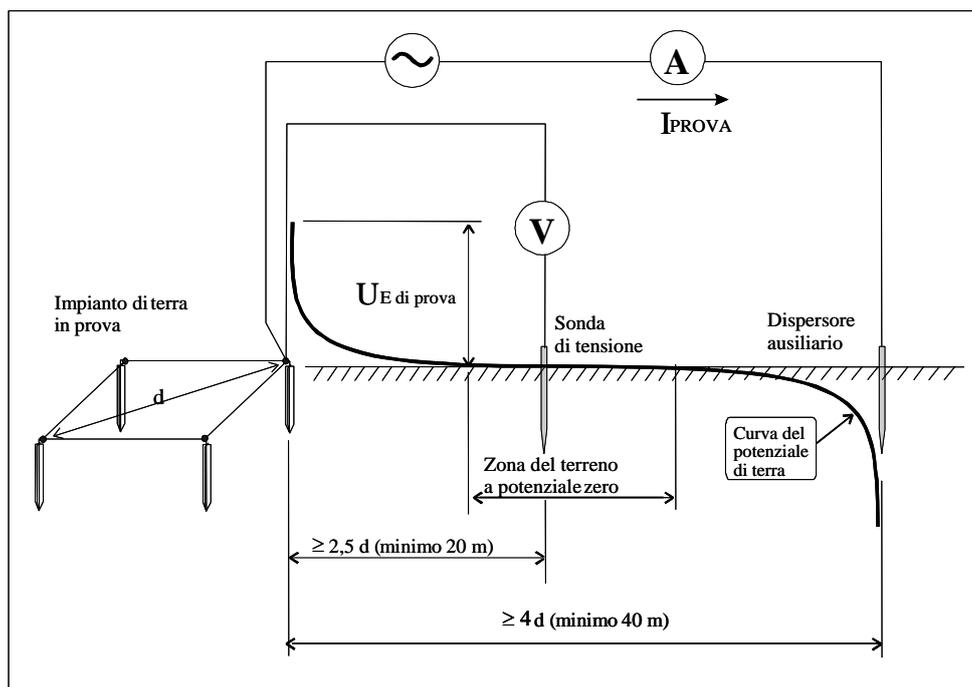


Figura 14 – Misura della resistenza o dell'impedenza di terra con il metodo della caduta di tensione: circuito di misura e curva del potenziale che si crea nel terreno a seguito della circolazione della corrente di prova.

⁵⁹ Mediante l'applicazione dello stesso criterio, sopra rappresentato, è possibile eseguire le rilevazioni di tensione di passo, contatto ecc..per le installazioni su palo. L'operatività è descritta nei dettagli dai metodi di lavoro di e-distribuzione relativi alle verifiche dei dispersori.

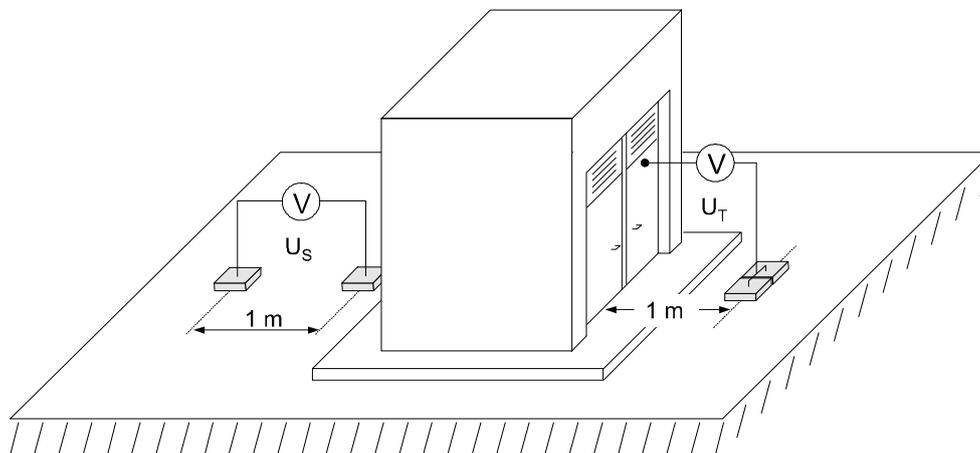


Figura 15 – Misura delle tensioni di contatto U_T e di passo U_S

È mostrata, a seguire, un'esemplificazione del metodo manuale per l'individuazione delle aree con alta concentrazione di impianti di terra al fine di renderle idonee alla realizzazione di un IdTG.

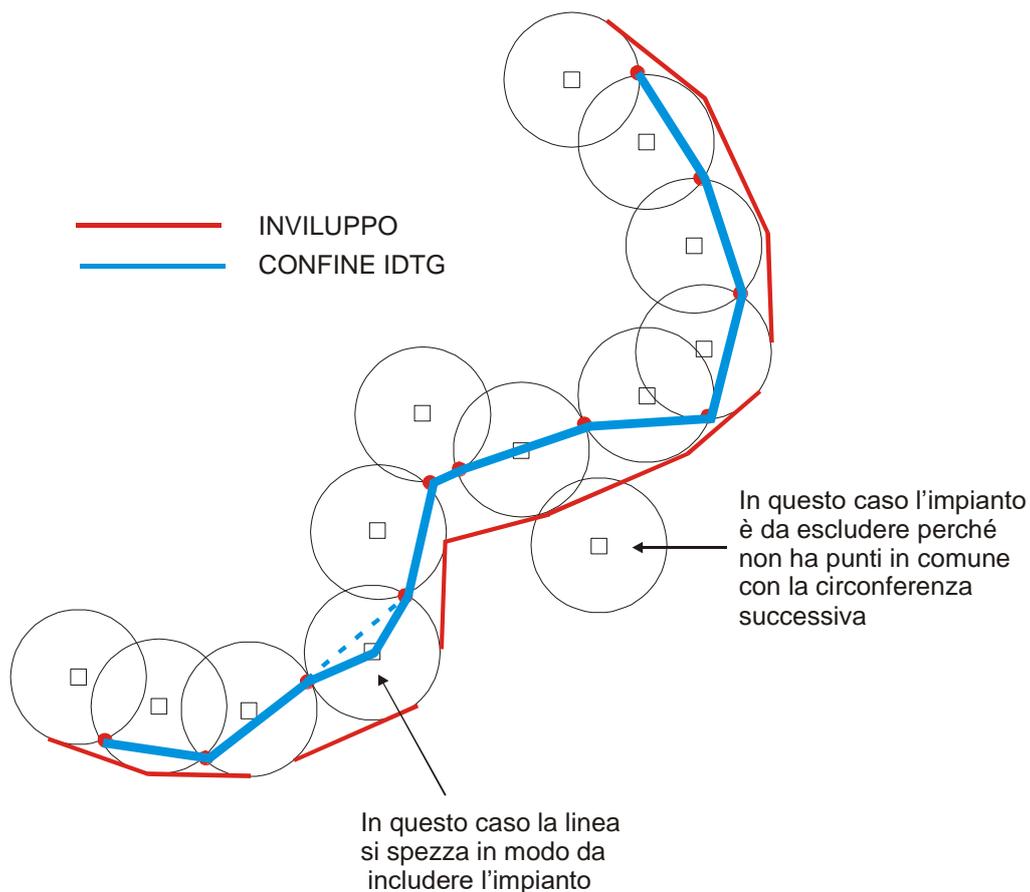


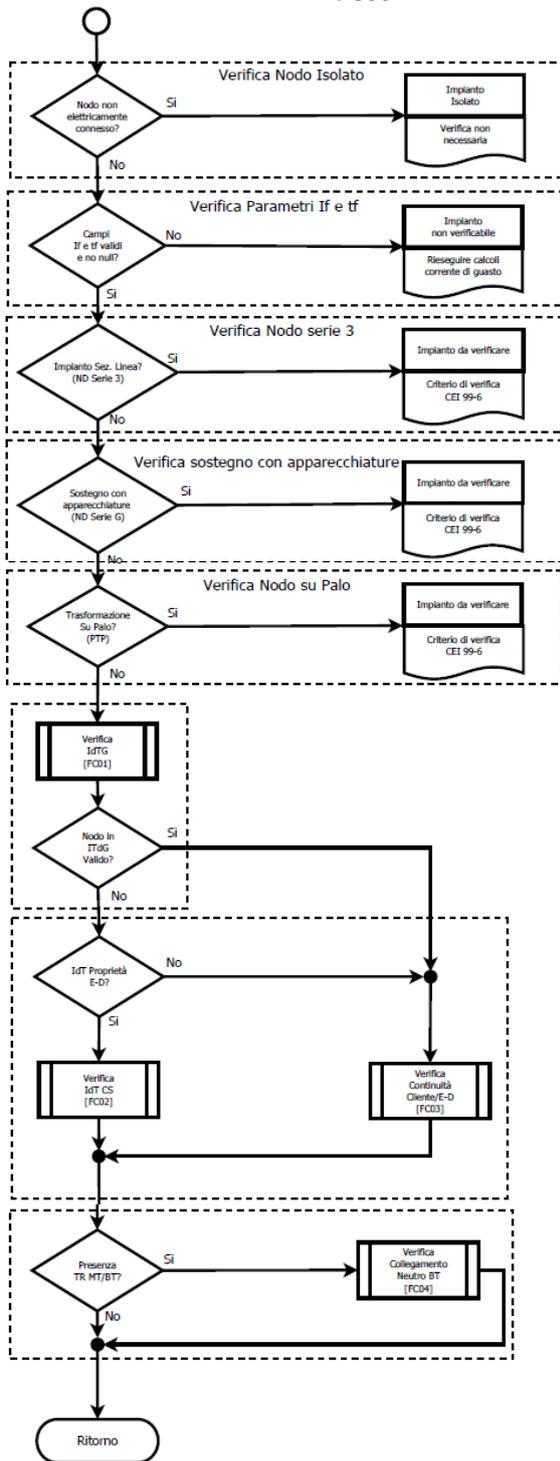
Figura 16 – Tracciamento della linea di involucro

Si riporta, di seguito, il diagramma di flusso decisionale in fase di verifica.

Dati input:
Valore Ue
Valore Utp

Stato: Null
Azioni: Null

FC00



Verifica Impianti di Terra

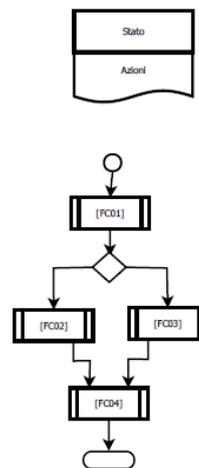


Figura 17 – Verifica impianti di terra

Dati input:
Valore Ue
Valore Utp

FC01

Verifica
Impianti di Terra Globale

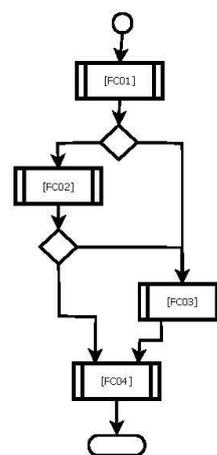
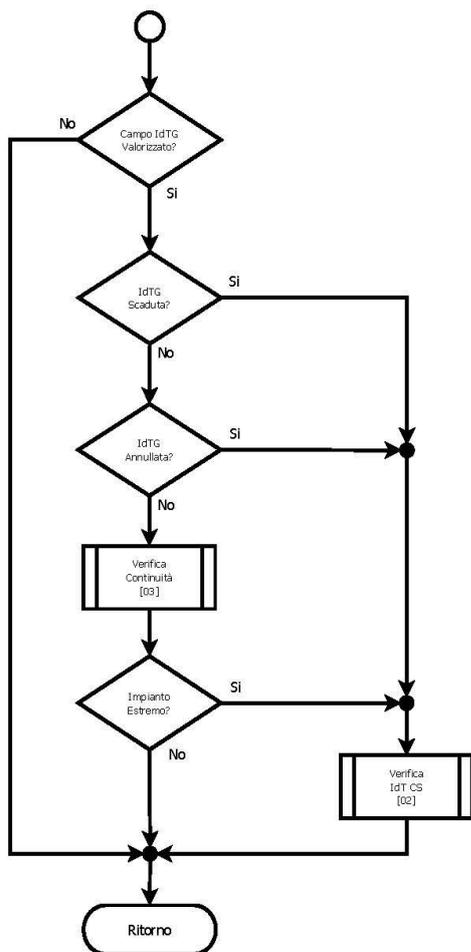


Figura 18 – Verifica Impianti di Terra Globale

Dati input:
Valore Ue
Valore Utp

FC02

Verifica
impianti di Terra
Schema blocchi

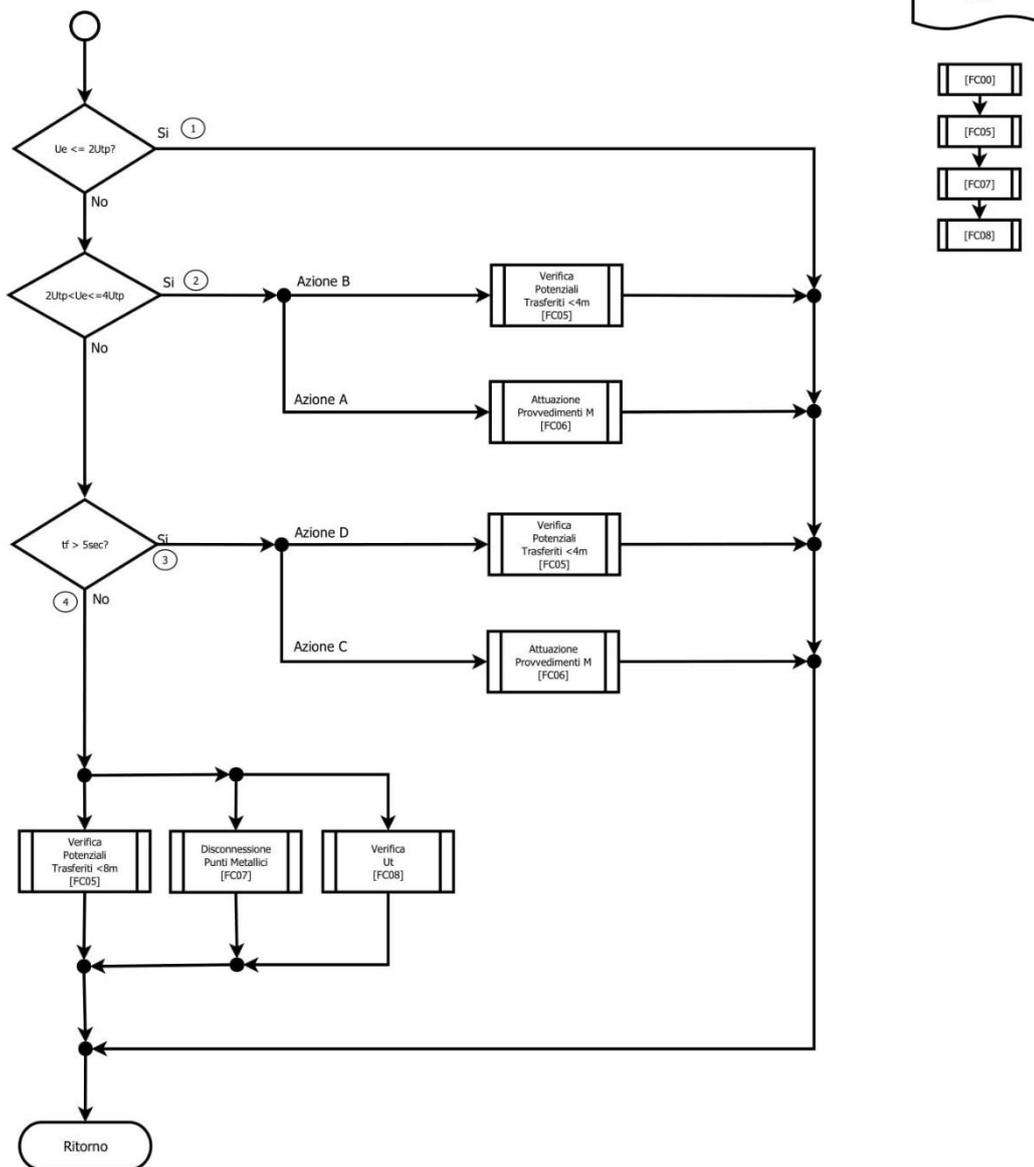


Figura 19 – Verifica Impianti di Terra - Schemi blocchi

Dati input:
Verifica Continuità
Richiamata da Verifica Nodo

FC03

Verifica
Continuità Cliente MT

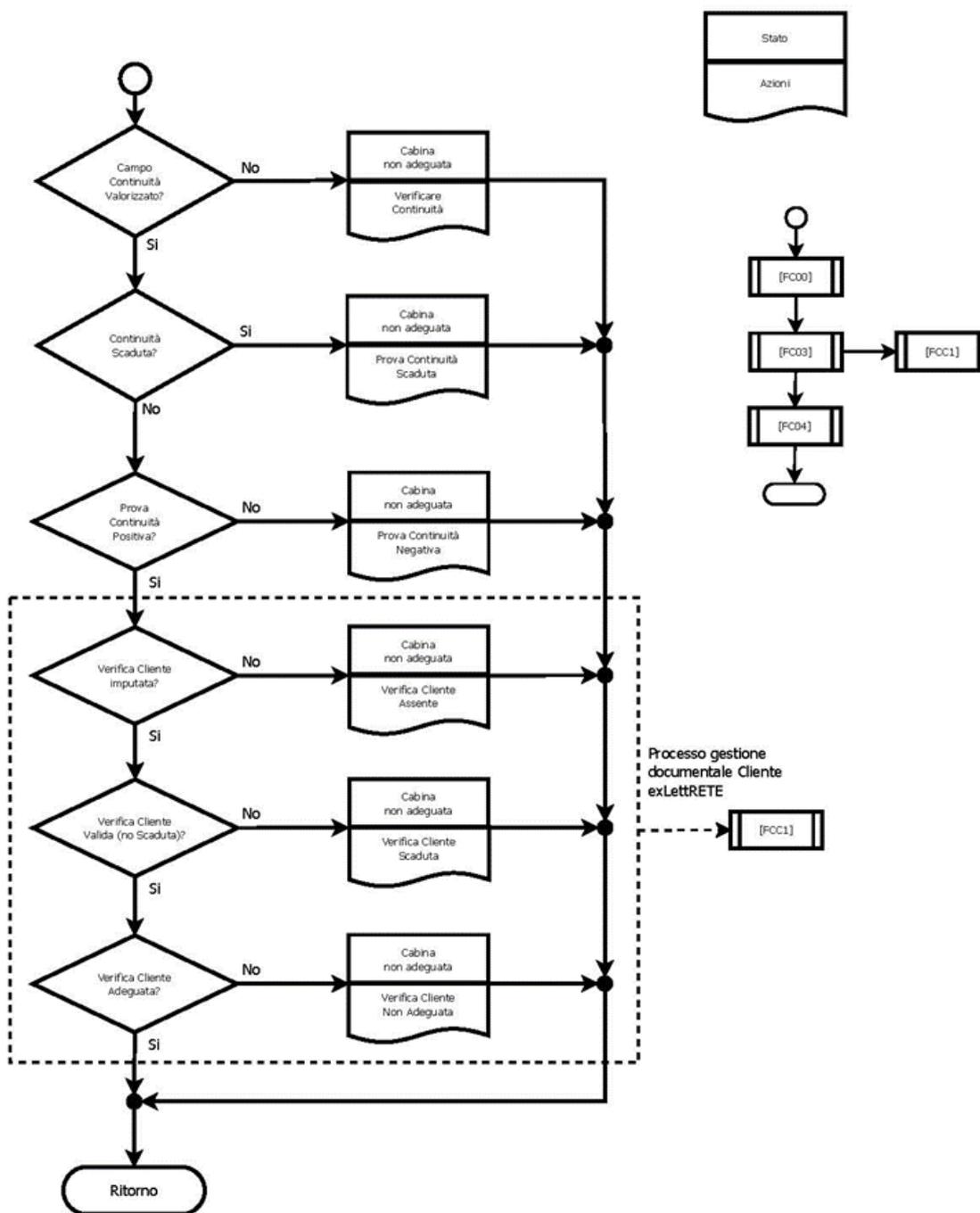


Figura 20 – Verifica Continuità Cliente MT

Dati input:
Valore Ue
Valore tf

FC04

Verifica
Collegamento
Neutro BT

Richiamata da Verifica Nodo

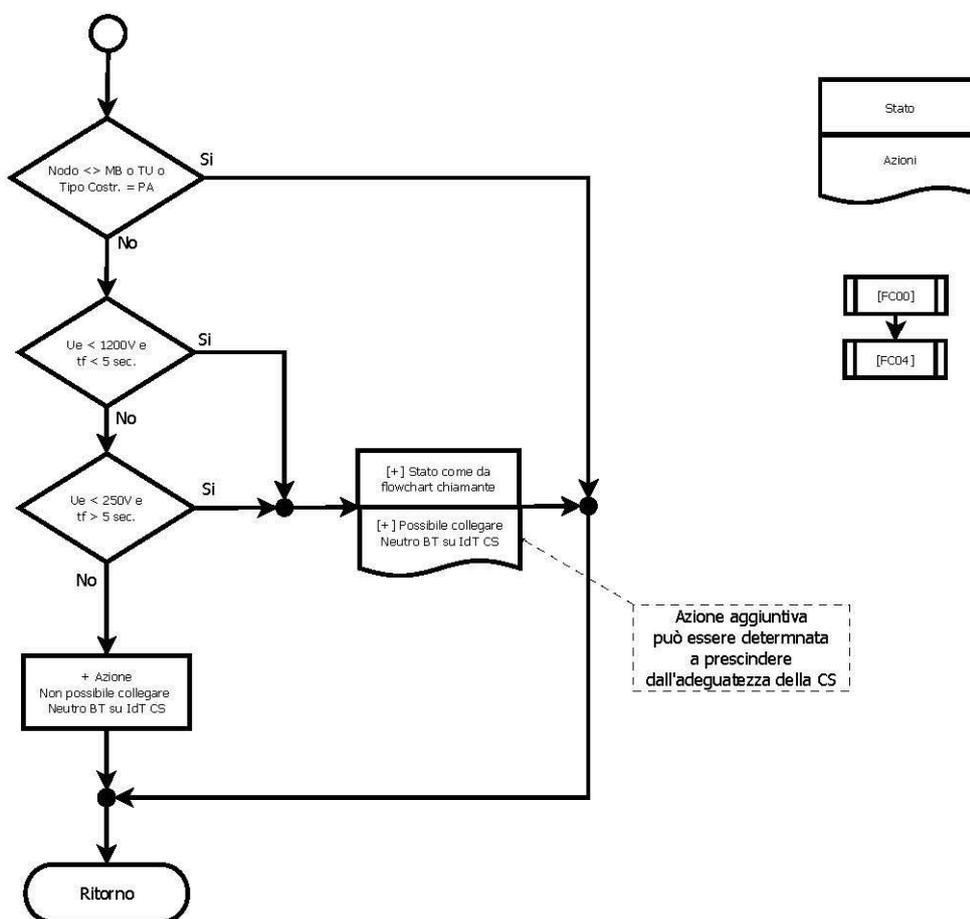


Figura 21 – Verifica Collegamento Neutro BT

Dati input:
Valore Potenziali Trasferiti

FC05

Verifica
Potenziali Trasferiti

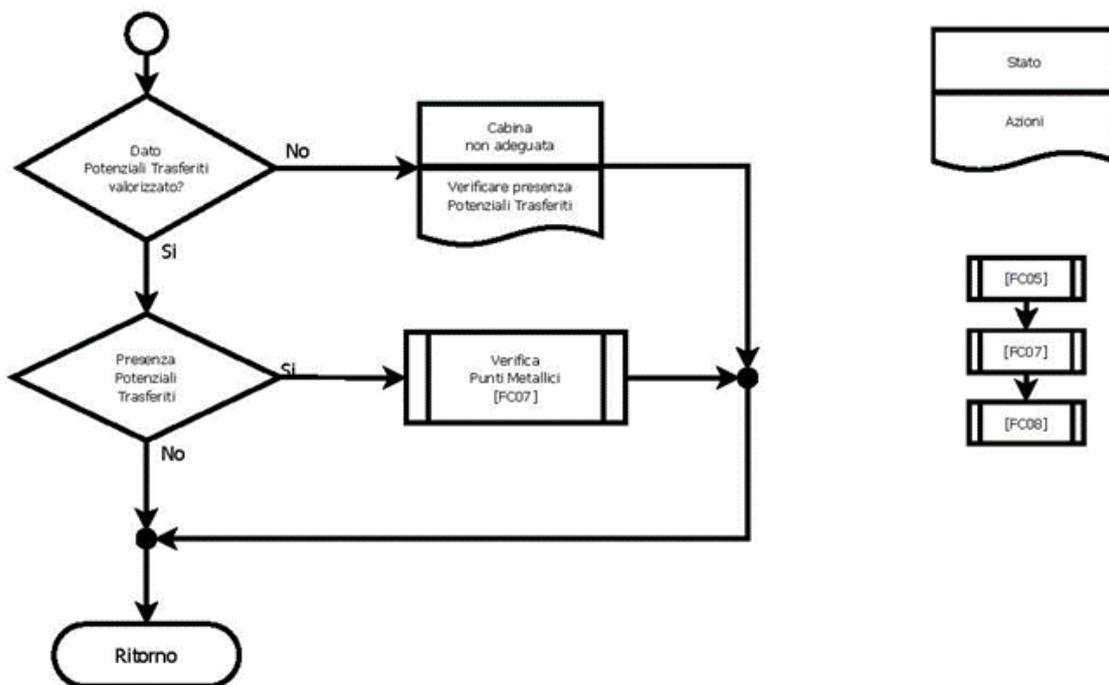


Figura 22 – Verifica Potenziali Trasferiti

Dati input:
Valore Ut
Valore Us
Valore Utp

FC06

Verifica
Provvedimenti M

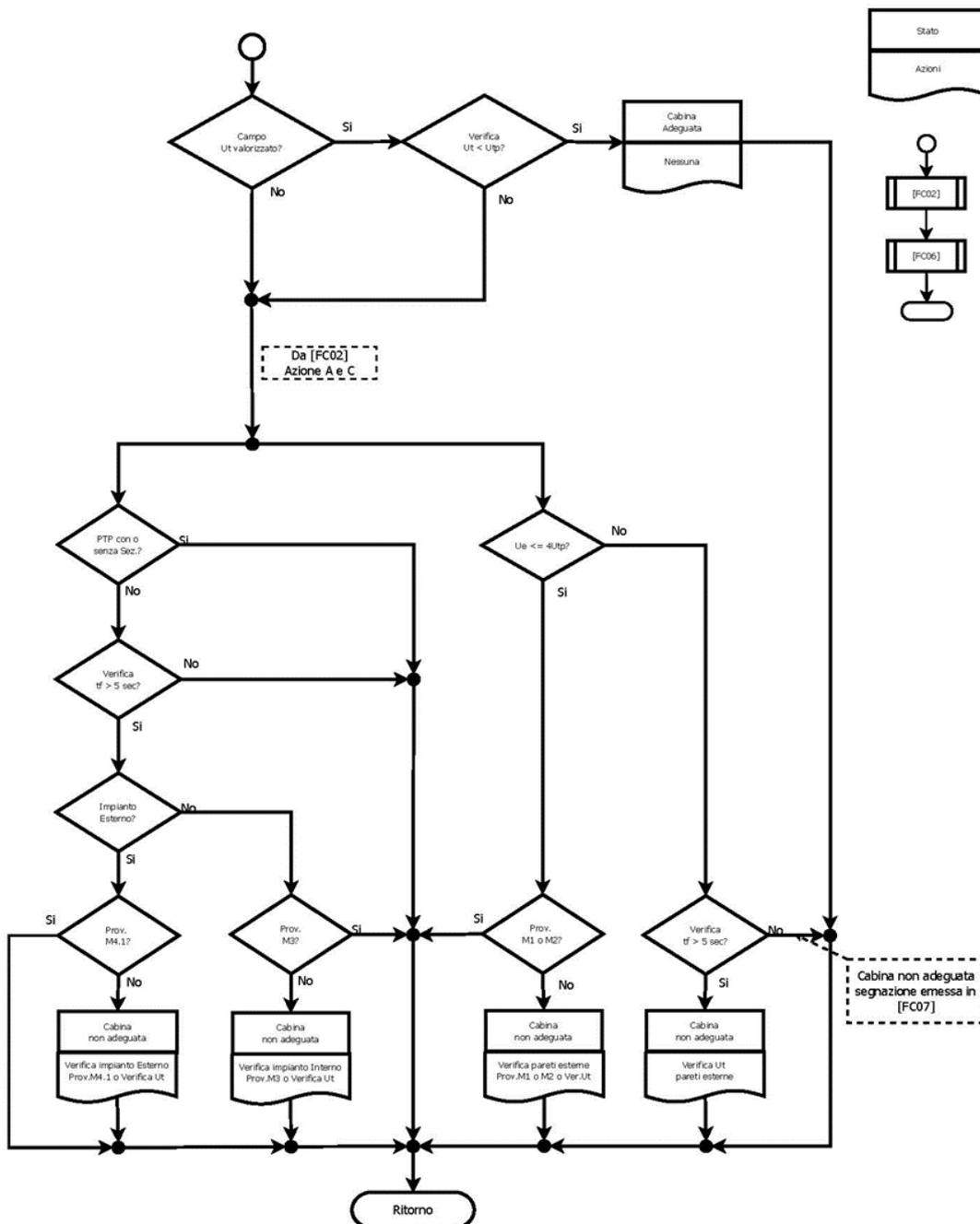


Figura 23 – Verifica Provvedimenti M

Dati input:
 Punti Metallici Disconnessi [Si/No]
 Valore Ue
 Valore tf
 Valore Utp
 Valore Ut

FC07

Verifica
 Punti Metallici

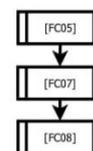
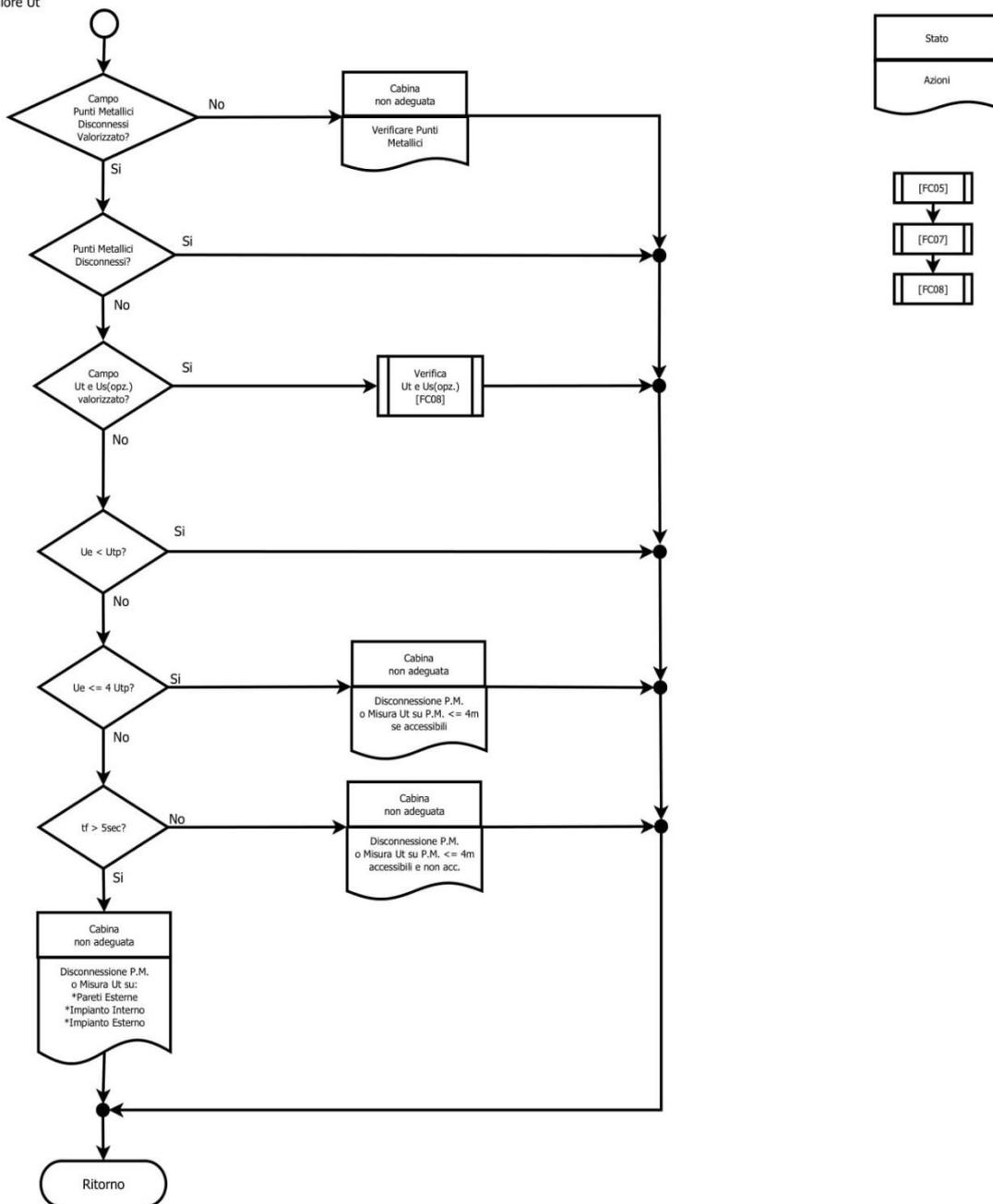


Figura 24 – Verifica Punti Metallici

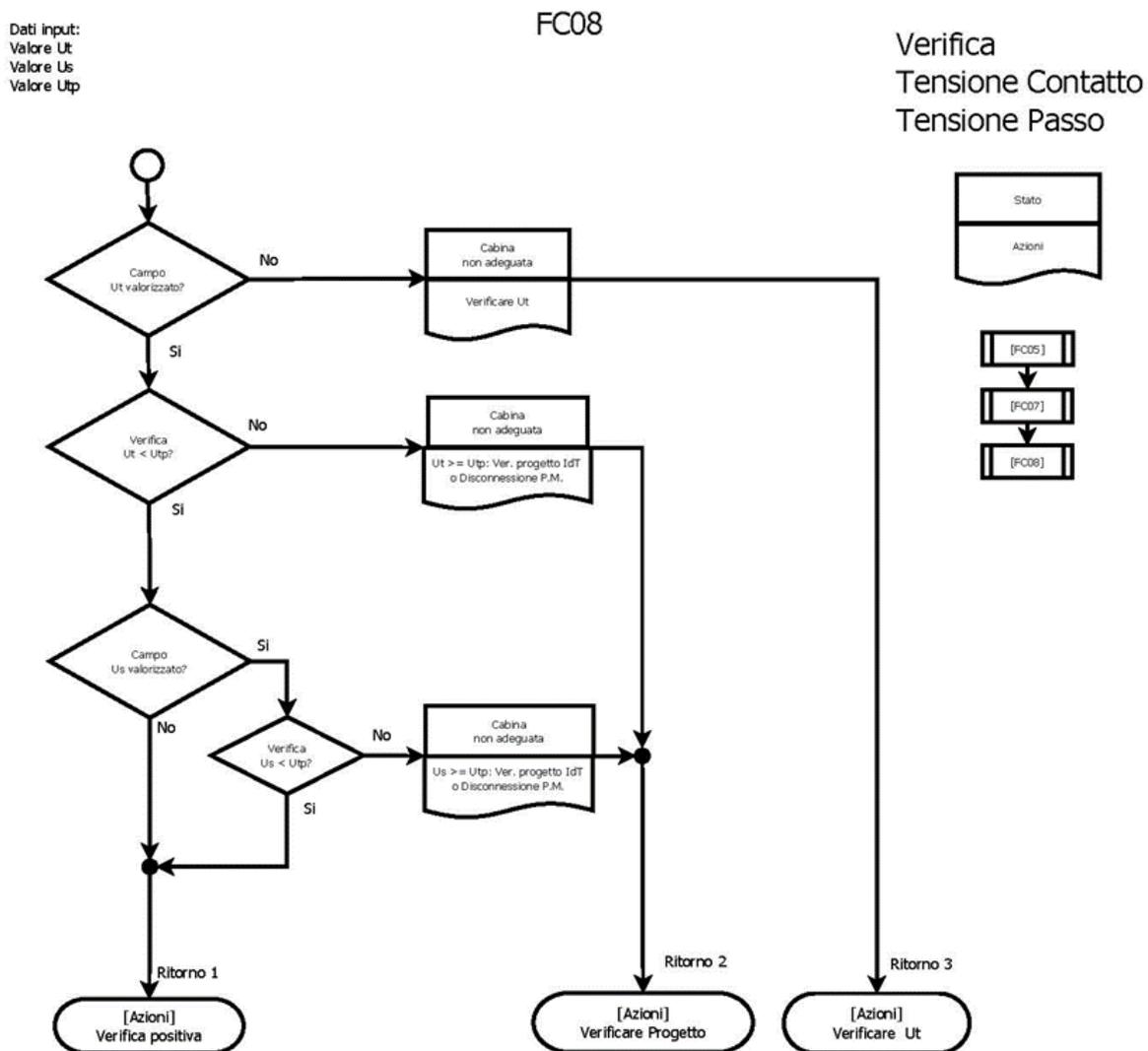


Figura 25 – Verifica Tensione Contatto e Passo

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**8 ALLEGATI****8.1 Allegato 1: Verbale di verifica impianto di terra di PTP/sezionamento su palo**

VERBALE VERIFICA IMPIANTO DI TERRA		Sezione 1
POSTO DI TRASFORMAZIONE/SEZIONAMENTO SU PALO		
Codice _____ Denominazione _____		
Indirizzo _____		Lat./Long. _____
Periodicità verifica _____ anni	Stato Neutro _____	
	Corrente di guasto a terra I_F _____ A	
	Tempo di eliminazione del guasto t_F _____ s	
Valutazione preliminare di IRCl	IF_G - Probabilità di accadimento del guasto ($N_g =$ _____)	_____ +
	IM_{zona} - Livello di frequentazione delle aree da parte degli esposti	_____ +
	IM_{TI} - Tipologia dell'impianto	_____ +
	IM_{PT} - Eventuali potenziali trasferiti/masse estranee	-3 _____ =
	IR_{Cl} - Indice di rischio da contatti indiretti ($IR_{Cl} = IF_G + IM_{zona} + IM_{TI} + IM_{PT}$)	_____
IdT Conforme alle versioni di norma CEI di riferimento (ad es. CEI 11-8, CEI 11-1 e s.m.i. e successive) progetto unificato ENEL rispondente alla normativa		
Valutazione IRCl in sito	Probabilità di accadimento del guasto VALORE UGUALE A QUELLO COMUNICATO DA ESR	IF_G _____ +
	Destinazione d'uso zona adiacente <input type="checkbox"/> Tipo 1 <input type="checkbox"/> Tipo 2 <input type="checkbox"/> Tipo 3	IM_{zona} _____ +
	Tipologia impianto <input type="checkbox"/> P1/S1/A1 <input type="checkbox"/> P2/S2/A2 <input type="checkbox"/> P3/S3/A3	IM_{TI} _____ +
	Presenza potenziali trasferiti <input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	IM_{PT} _____ =
	Rischio Equivalente calcolato <input type="checkbox"/> Basso <input type="checkbox"/> Medio/Alto	IR_{Cl} _____
Esame della documentazione * <input type="checkbox"/> positiva note _____		
* I PTP e SEZ sono progettati in maniera conforme alla normativa CEI di riferimento al momento della realizzazione		
Esame a vista <input type="checkbox"/> positiva note _____		
Prove e misure (quando previste)		
Prova di continuità dei conduttori di protezione	<input type="checkbox"/> positiva	<input type="checkbox"/> negativa
Misura dell'impedenza del dispersore e tensione totale di terra	<input type="checkbox"/> positiva	<input type="checkbox"/> negativa
Metodo utilizzato _____		
Impedenza totale di terra Z_E _____ Ω	Tensione totale di terra U_E _____	V
	Tensioni di contatto ammissibili U_{Tp} _____	V
Schema impianto di terra		

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

VERBALE VERIFICA IMPIANTO DI TERRA		Sezione 2
POSTO DI TRASFORMAZIONE/SEZIONATORE SU PALO		
Codice _____	Denominazione _____	
Indirizzo _____		Lat./Long. _____
Prove e misure <i>(quando previste)</i>		
Misura di tensioni di contatto		<input type="checkbox"/> positiva <input type="checkbox"/> negativa
U_{VT} _____ V	punto _____	
U_{VT} _____ V	punto _____	
U_{VT} _____ V	punto _____	
Disegno punti di rilevamento tensioni di contatto		
Rilevazione di potenziali trasferiti	<input type="checkbox"/> positiva <input type="checkbox"/> negativa	
Provvedimenti correttivi _____		
Connessione del neutro BT al dispersore	<input type="checkbox"/> positiva <input type="checkbox"/> negativa	
Esito verifiche	<input type="checkbox"/> positivo <input type="checkbox"/> negativo	
Osservazioni _____		

Data _____	Firma _____	

N.B. Per gli impianti a 9 o 10 kV, se è previsto un'imminente cambio tensione, è necessario fare riferimento ai valori indicati per le reti a 20 kV.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione**8.2 Allegato 2: Scheda certificazione impianto di terra globale**

e-distribuzione	SCHEDA CERTIFICAZIONE IMPIANTO di TERRA GLOBALE ESERCIZIO: <hr/> Cod.IdTG: [RR.AA.NNNN]											
<p>Si CERTIFICA che le cabine indicate negli allegati, sono inserite in un IMPIANTO DI TERRA GLOBALE identificato dal codice: _____ [Codice IdTG] si compone di:</p> <p>DATI GENERALI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - localizzato nel Comune: _____ [Comune prevalente] - area geografica su cui insiste l'impianto di terra globale: _____ - metodo grafico utilizzato per verificare la concentrazione di impianti di terra interconnessi _____ <i>cerchio/ellisse</i> - densità media degli impianti di terra interconnessi _____ CS/km² - modalità di interconnessione degli impianti di terra _____ <i>schermi cavi MT</i> <p>PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA ELETTRICO MT DI ALIMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - livello di tensione: _____ kV - sistema di messa a terra e stato del neutro: <i>isolato e/o a terra tramite impedenza o resistenza</i> - campo di variazione corrente di guasto monofase a terra: (<i>range</i>) _____ A - campo di variazione tempo di eliminazione del guasto: (<i>range</i>) _____ s <p>ELENCO DELLE CABINE CHE FANNO PARTE DELL'IMPIANTO GLOBALE, CON I SEGUENTI DATI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - numero identificativo e indirizzo delle cabine MT/BT; - nome delle linee MT che alimentano le varie cabine; <p>DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE INIZIALI E PERIODICHE CON INDICAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - del metodo adottato; - dei valori misurati (con indicazione del massimo). <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"><i>Data</i></th> <th><i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona 1)</i> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona 2)</i> </td> <td style="width: 33%; padding: 5px;"> Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona n)</i> </td> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			<i>Data</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</i>			Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona 1)</i>	Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona 2)</i>	Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona n)</i>			
<i>Data</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</i>											
Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona 1)</i>	Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona 2)</i>	Nome cognome, qualifica e firma <i>(responsabile Zona n)</i>										

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

e-distribuzione	SCHEDA CERTIFICAZIONE IMPIANTO di TERRA GLOBALE ESERCIZIO: _____ Cod.IdTG: [RR.AA.NNNN]											
<p>ALLEGATI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pianta topografica che indichi l'ubicazione delle cabine i cui impianti di terra fanno parte dell'impianto di terra globale; - elenco delle eventuali cabine primarie con impianti di terra interconnessi all'impianto di terra globale e riferimenti alle relative verifiche; - modelli "O", in copia, delle singole cabine MT/BT con la dicitura "Cabina facente parte dell'Impianto di Terra Globale RR.AA.NNNN" e l'annotazione di ogni verifica iniziale o periodica effettuata o di eventuali controlli del collegamento degli schermi dei cavi all'impianto di terra in occasione di interventi di manutenzione; - progetti degli impianti di terra delle singole cabine MT/BT (uno per ogni tipologia). <p style="text-align: center;">REVISIONI</p> <table border="1" data-bbox="217 1043 1401 1173"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Data Revisione</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="260 1205 1401 1402"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 1)</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 2)</i></th> <th style="text-align: center;"><i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona p)</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>AGGIORNAMENTO ALLEGATI:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>			<i>Data Revisione</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</i>			<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 1)</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 2)</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona p)</i>			
<i>Data Revisione</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</i>											
<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 1)</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 2)</i>	<i>Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona p)</i>										

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

e-distribuzione	SCHEDA CERTIFICAZIONE IMPIANTO di TERRA GLOBALE ESERCIZIO: _____ Cod.IdTG: [RR.AA.NNNN]											
<p>Si CERTIFICA che le cabine indicate negli allegati, sono inserite in un IMPIANTO DI TERRA GLOBALE identificato dal codice: [Codice IdTG] con scadenza [Data scad. Certificazione IdTG] si compone di:</p> <p>DATI GENERALI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - localizzato nel Comune: _____ [Comune prevalente] - Coordinate geografiche Lat.: _____, Long.: _____ e Lat.: _____, Long.: _____ - densità media degli impianti di terra interconnessi _____ CS/km² - modalità di interconnessione degli impianti di terra _____ <i>schermi cavi MT</i> <p>PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL SISTEMA ELETTRICO MT DI ALIMENTAZIONE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - livello di tensione: _____ kV - sistema di messa a terra e stato del neutro: _____ [MAT] - campo di variazione corrente di guasto monofase a terra: _____ A - campo di variazione tempo di eliminazione del guasto: _____ s <p>DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - del metodo adottato; - dei valori misurati (con indicazione del massimo). <p>ALLEGATI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - numero identificativo delle linee MT che alimentano le varie cabine; - numero identificativo e indirizzo delle cabine AT e MT/BT; - pianta topografica che indichi l'ubicazione delle cabine i cui impianti di terra fanno parte dell'impianto di terra globale; - Modelli "O", in copia, delle singole cabine MT/BT con la dicitura "Cabina facente parte dell'Impianto di Terra Globale RR.AA.NNNN" e l'annotazione di ogni verifica iniziale o periodica effettuata o di eventuali controlli del collegamento degli schermi dei cavi all'impianto di terra in occasione di interventi di manutenzione; - progetti degli impianti di terra delle singole cabine MT/BT (uno per ogni tipologia). <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">Data</td> <td style="text-align: center;">Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">[Data certificazione IdTG]</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 1)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 2)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona n)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Data	Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)	[Data certificazione IdTG]		Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 1)	Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 2)	Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona n)			
Data	Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Esercizio)											
[Data certificazione IdTG]												
Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 1)	Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona 2)	Nome cognome, qualifica e firma (responsabile Zona n)										

Nel caso di variazioni, sarà cura dei referenti procedere alla compilazione di una nuova scheda.

Oggetto: Impianti di terra delle cabine ed installazioni MT**Ambito di Applicazione:** e-distribuzione

Codice a Barre

Ogni modulo deve riportare, in alto a destra, un codice a barre che consenta l'identificazione. Il codice deve essere prodotto tramite codifica "QR". Le informazioni da riportare sono:

ES: NOVARA**CM:** NOVARA**IdTG:** 02.15.1234**DSC:** 01/01/2020

Dove:

ES - codice dell'Esercizio di competenza

CM – Denominazione e Codice Comune Prevalente (separato dal carattere cancelletto "#")

IdTG - codice dell'IdTG di riferimento

DSC – Data Scadenza Certificazione IdTG

Nel caso di modulista non automatizzata il codice a barre dovrà o essere omesso (cancellato o annullato) o dovrà riportare le seguenti informazioni:

ES: XXXXXX**CM:** XXXXXX**IdTG:** RR.AA.NNNN**DSC:** GG/MM/AAAA