

Nuova norma CEI 64-8 Variante 4

Publicato il: 02/11/2006
Aggiornato al: 02/11/2006

di *Gianluigi Saveri*

1. Generalità

È stata pubblicata la Variante 4 alla Norma CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

La variante contiene tre nuove Sezioni che riguardano:

- Sezione 712 "Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione" che deriva dal corrispondente documento di Armonizzazione CENELEC HD 60364.7.712:2005-07. La Sezione 712 si applica agli impianti elettrici di sistemi di alimentazione fotovoltaici (PV), compresi i sistemi con moduli in c.a. Questa norma si affianca alla Guida CEI 82-25 sull'uso dei sistemi fotovoltaici, recentemente pubblicata dal CEI.
- Sezione 715 "Impianti di illuminazione a bassissima tensione" che deriva dal corrispondente documento di Armonizzazione CENELEC HD 60364.7.715:2005-07.
- Sezione 717 "Unità mobili o trasportabili" che deriva dal corrispondente documento di Armonizzazione CENELEC HD 60364.7.717:2004-11. Questa Sezione si applica agli impianti elettrici di unità mobili o trasportabili, quali veicoli adibiti a officine, teletrasmissioni, scopi pubblicitari.

La variante contiene inoltre una modifica all'articolo 751.04.2.7 relativo alla protezione delle condutture negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio (viene consentito, nei sistemi TT e TN, proteggere i circuiti di distribuzione con un dispositivo differenziale con corrente nominale non superiore ad 1 A, quando esistono particolari necessità di continuità di servizio) ed alcune varianti editoriali (correzioni di errori di battitura) riguardo alla precedente variante V3.

Le tre nuove sezioni della CEI 64-8 sono state pubblicate nel settembre 2006 e sono entrate in vigore il 1 novembre 2006. Analizziamo in particolare il contenuto delle sezioni 712 e 717.

2. Nuova sez. 712 norma CEI 64-8: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione

In concomitanza con il boom di richieste per l'installazione di impianti fotovoltaici con gli incentivi in conto energia previsti dai decreti del luglio 2005 e febbraio 2006 (in fase di nuovo aggiornamento), il CEI ha proposto la nuova sezione 712 della parte 7 "Ambienti ed applicazioni particolari" della norma ammiraglia 64-8.

La nuova sezione è una norma impiantistica che riguarda gli impianti elettrici di sistemi di alimentazione fotovoltaica, compresi i moduli in corrente alternata che sono costituiti da un'unità integrata modulo/inverter in cui i terminali di interfaccia sono unicamente in alternata e nessun accesso è previsto al lato in continua (le norme di prodotto che trattano i componenti elettrici fotovoltaici sono elaborate dal comitato tecnico 82).

In specifico, le prescrizioni della norma trattano i sistemi previsti per un funzionamento in parallelo alla rete elettrica (detti grid-connected); gli altri sistemi, quelli isolati dalla rete, detti stand-alone, saranno oggetto di un documento successivo.

Ricordiamo che per i sistemi PV connessi alla rete vanno considerate la **norma CEI EN 61727** (CEI 82-9) "Sistemi fotovoltaici (FV) "Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete" ed il **Documento ENEL DK5950** "Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete BT di distribuzione".

Come tutte le parti normative omogenee, anche questa è tempestata di definizioni: in questo caso sulle parti che compongono un sistema fotovoltaico.

Cella PV

Dispositivo PV fondamentale in grado di generare elettricità quando venga esposto a luce, in particolare a radiazione solare;

Modulo PV

Minimo insieme di celle PV completamente protetto contro gli agenti ambientali;

Stringa PV

Circuito nel quale i moduli PV vengono collegati in serie, in modo da consentire ad un pannello PV di generare la tensione di uscita richiesta;

Pannello PV

Insieme di moduli PV e di altri necessari accessori collegati tra di loro meccanicamente ed elettricamente per costituire una unità di alimentazione in c.c.;

Generatore PV

Insieme di pannelli PV

Per fare un tavolo ci vuole il legno, per fare il legno ci vuole l'albero, per fare l'albero ci vuole il seme....ripeteva una vecchia canzoncina. Il primo gruppo di definizioni ce ne fornisce una versione tecnologica: per fare un generatore ci vuole un pannello/i, per fare un pannello ci vuole una stringa/e, per fare una stringa ci vuole un modulo/i, per fare un modulo ci vuole una cella/e.

Scatole di giunzione di un pannello e di un generatore: Involucro nel quale tutte le stringhe (nel caso del pannello) o tutti i pannelli (nel caso del generatore) sono collegate/i elettricamente ed in cui possono essere situati dispositivi di protezione, se necessario. Devono essere realizzate in conformità alla norma CEI 17-13/1 sui quadri BT.

Cavi:

- di stringa: collega moduli per costituire una stringa
- di pannello: cavo di uscita del pannello
- principale c.c.: collega la scatola di giunzione di pannello ai terminali c.c. dell'inverter;
- di alimentazione: collega i terminali c.a. dell'inverter con un circuito di distribuzione dell'impianto elettrico.

Convertitore (inverter): dispositivo che converte la tensione e la corrente continue in tensione e corrente alternate;

Lato in corrente continua dell'impianto: parte di impianto fotovoltaico compreso tra una cella e i terminali c.c. dell'inverter;

Lato in corrente alternata dell'impianto: parte di impianto fotovoltaico compreso tra i terminali c.a. dell'inverter e il punto di collegamento del cavo di alimentazione all'impianto elettrico.

Iniziamo ad andare a vedere le disposizioni installative.

Collegamento a terra

Il collegamento a terra dei conduttori attivi del lato in continua dell'impianto è permesso a patto che esista una separazione, mediante almeno isolamento principale, fra lato in alternata e lato in continua, e che la connessione a terra venga effettuata elettricamente per evitare problemi di corrosione. Eventuali conduttori equipotenziali devono essere installati in parallelo ed il più vicino possibile ai cavi c.c. e c.a. (fig. 1)

Protezione contro i contatti diretti e indiretti

Lato in corrente continua: nel caso in cui si utilizzino sistemi a bassissima tensione SELV e PELV sul lato in corrente continua dell'impianto, per la protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti, la tensione da considerare è la tensione a vuoto (UOC STC) ai terminali di un modulo, o di una stringa, o di un pannello, o di un generatore, o del lato c.c. dell'inverter: tale tensione non deve superare i 120 V c.c.

La raccomandazione è di utilizzare, sul lato in continua, una protezione contro i contatti indiretti, mediante l'utilizzo di componenti di classe II o con isolamento rinforzato.

Non è invece consentito utilizzare la protezione mediante luoghi non conduttori e nemmeno mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

Sempre sul lato in continua dell'impianto (fig. 1), occorre considerare sotto tensione i suoi componenti, anche quando il sistema sia distaccato sul lato in alternata; a questo proposito occorre una segnalazione sulle scatole di giunzione che avverta che le parti attive situate all'interno possono restare in tensione anche dopo il sezionamento dell'inverter.

Lato in corrente alternata: la protezione sul lato in alternata dell'impianto può essere effettuata mediante interruzione automatica dell'alimentazione (per ora la stessa protezione sul lato in continua è in stand-by), mediante un dispositivo, tipicamente un differenziale, a valle del quale parte il cavo di alimentazione (fig. 1). Questo differenziale deve essere di tipo B, se non esiste una separazione, mediante almeno un isolamento principale, fra lato in alternata e lato in continua: questa disposizione non vale se l'inverter non è in grado, per dichiarazione del costruttore, di provocare correnti di guasto in c.c. nell'impianto elettrico, nel qual caso è sufficiente un differenziale comune.

Protezione contro il sovraccarico lato in continua

La protezione contro i sovraccarichi può essere omessa:

- sui cavi delle stringhe e dei pannelli quando la portata sia maggiore o uguale a 1,25 volte la corrente di cortocircuito (ISC STC) in qualsiasi punto;
- sul cavo principale quando la portata sia maggiore o uguale a 1,25 volte la corrente di cortocircuito (ISC STC) del generatore;

Protezione contro il cortocircuito lato in alternata

Il cavo di alimentazione deve essere protetto contro i corti mediante un dispositivo di protezione installato nel punto di connessione al circuito dell'impianto elettrico (vedi fusibile nel quadro di distribuzione in fig. 1).

Protezione contro le interferenze elettromagnetiche

Allo scopo di ridurre al minimo le tensioni indotte da fulmini, la superficie di tutti gli anelli formati dalle condutture deve essere la più piccola possibile (questa è una disposizione che potrebbe essere scritta per tutti gli impianti, non solo quelli fotovoltaici).

Diodi di blocco

Se vengono usati diodi (da collegare in serie alla stringa come nelle figure 1 e 2) per evitare eventuali correnti inverse nel generatore, essi devono essere in grado di sopportare una tensione inversa pari a due volte il valore UOC STC della stringa.

Consigli di installazione e manutenzione

L'installazione e la manutenzione devono seguire le disposizioni dei costruttori dei componenti, ed in particolare i moduli devono essere installati in modo da garantire una adeguata dissipazione del calore.

Scelta delle condutture

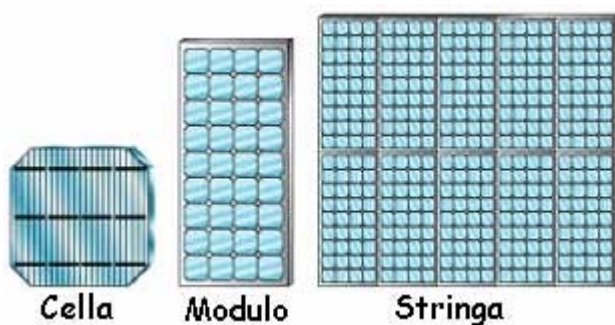
Viene consigliato l'uso di cavi unipolari con guaina per i cavi delle stringhe, dei pannelli e per i cavi principali in corrente continua, in modo da rendere al minimo il rischio di guasti a terra ed in cortocircuito essendo i cavi sottoposti ad agenti atmosferici quali vento, ghiaccio e sbalzi di temperature.

Sezionamento

A scopi manutentivi devono essere previsti, sia sul lato in continua che su quello in alternata dell'inverter, dei dispositivi di sezionamento (un interruttore di manovra-sezionatore sul lato c.c.) (fig. 1).

Ai fini del sezionamento tra impianto fotovoltaico e rete di alimentazione pubblica, quest'ultima deve essere considerata la sorgente, mentre l'impianto fotovoltaico fa le veci del carico.

Riguardo al sezionamento tra impianto fotovoltaico e alimentazione pubblica, vanno applicate anche le prescrizioni dell'articolo 551.7 della norma CEI 64-8, che riguarda i gruppi generatori che possono funzionare in parallelo con il sistema di alimentazione pubblica; da questo articolo riportiamo la seguente prescrizione: "devono essere previsti mezzi adatti a permettere al gruppo generatore di essere sezionato dall'alimentazione pubblica. I dispositivi di sezionamento devono essere accessibili in ogni momento al distributore pubblico".



Cella, modulo e stringa in un pannello fotovoltaico

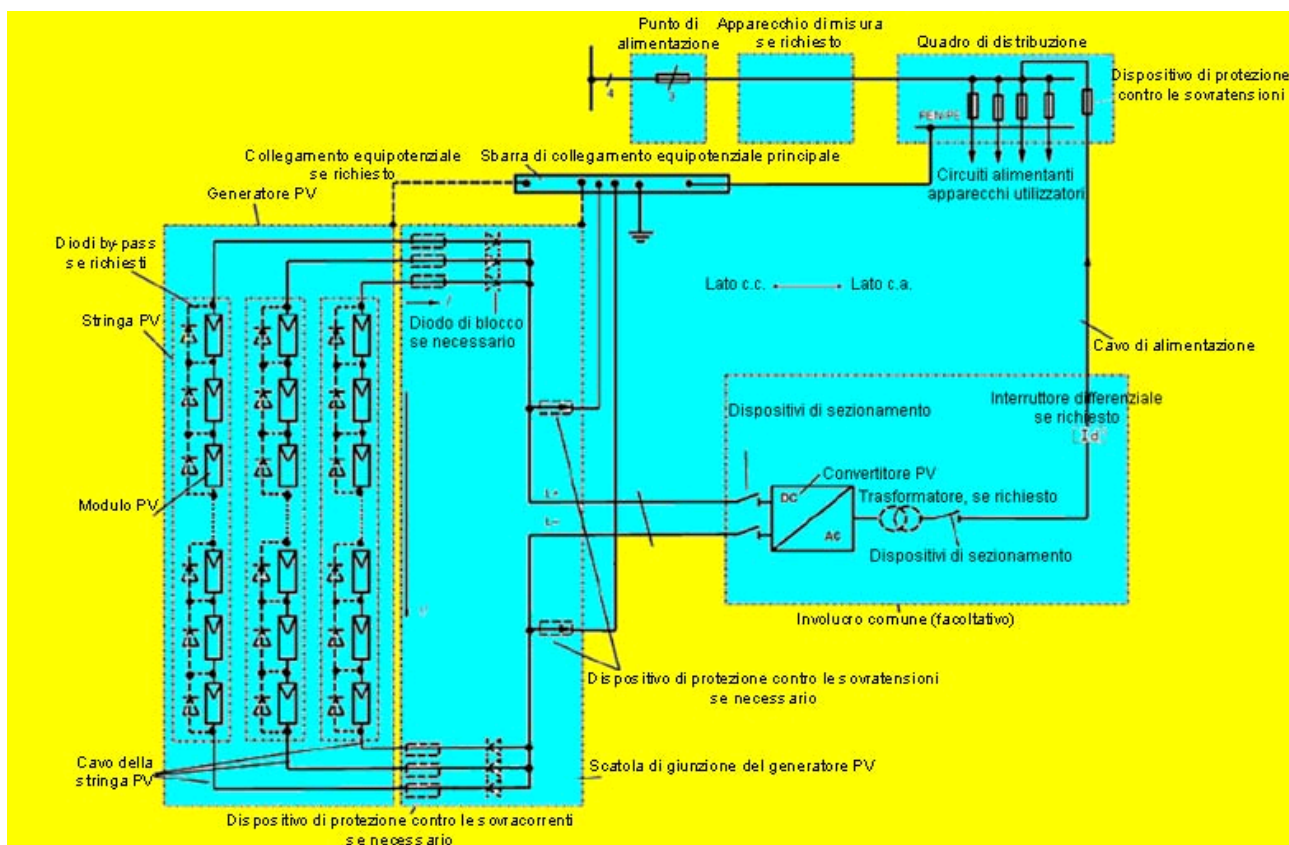


Fig.1: Esempio di impianto fotovoltaico. Schema con un solo pannello (CEI 64-8/712)

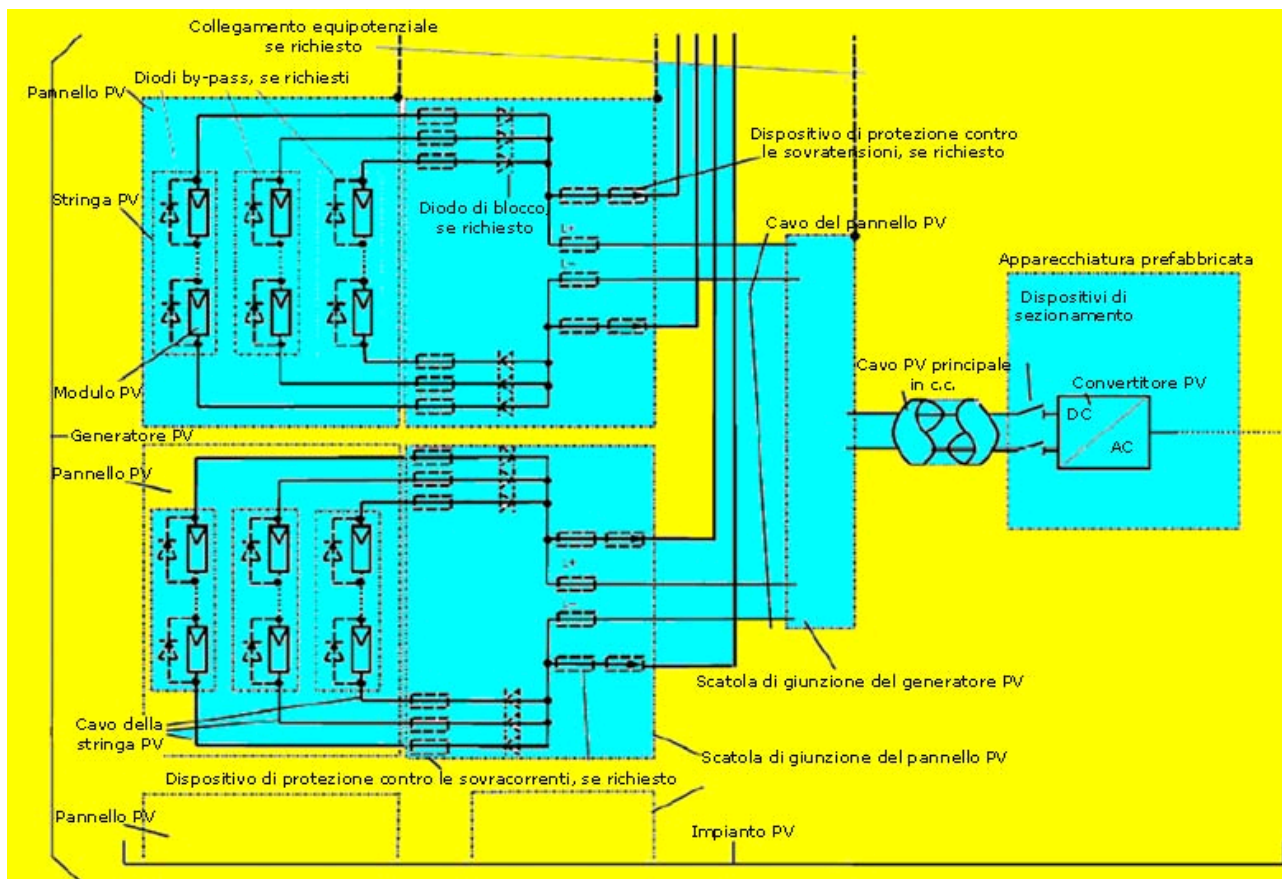


Fig.2: Esempio di impianto fotovoltaico. Schema con più pannelli formanti un generatore (CEI 64-8/712)

3. Nuova sezione 717 della norma CEI 64-8 - Unità mobili o trasportabili

L'alimentazione delle unità mobili o trasportabili ha vissuto fino ad ora un vuoto normativo, almeno a livello nazionale.

Infatti a livello internazionale esiste sull'argomento, dal febbraio 2001, la **norma IEC 60364-7-717**, dalla quale è stato tratto il documento di armonizzazione **CENELEC HD 60384.7.717 S1**, dal quale a sua volta è nato un progetto di norma CEI che è diventato la nuova sezione 717 della norma **CEI 64-8** "Unità mobili o trasportabili".

Ma cosa sono queste unità mobili? Si tratta dei veicoli, sia dotati di motore autonomo che trainati o trasportabili (es. container o cabine), adibiti ad usi quali servizi medici, furgoni mobili per servizi televisivi, mezzi per la pubblicità mobile, veicoli per la protezione contro gli incendi, rimorchi e unità mobili utilizzate per la vendita (autonegozi), officine, etc.

Esiste invece tutta un'altra serie di strutture mobili alle quali non si applica la nuova sezione 717 perché già oggetto di altre norme:

- I gruppi generatori oggetto della sezione 551 della norma CEI 64-8;
- Le darsene e le imbarcazioni da diporto che rispondono alla norma IEC 364-7-709 (che diventerà in futuro la sezione 709 della CEI 64-8);
- I caravan e i camper che rispondono attualmente alla sezione 754 della norma CEI 64-8;
- Il macchinario mobile conforme alla norma CEI EN 60204-1 (CEI 44-5) comprendente macchine quali le piattaforme per sollevamento, i carrelli elevatori, le macchine agricole e forestali;
- I componenti elettrici di veicoli elettrici che sono soggetti alle norme del Comitato Tecnico 9;

Se all'interno della struttura mobile vi sono dei locali particolari, ad essi vanno applicate le normative specifiche come se si trattasse di un locale fisso (es. locali ad uso medico, docce, etc.), tenendo poi conto che per le unità mobili destinate ad emergenza e soccorso, quali quelle dei vigili del fuoco, le prescrizioni della norma vanno applicate tenendo conto del particolare servizio espletato.

Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti deve avvenire per isolamento delle parti attive (il distanziamento non è ammesso).

È però richiesta una **protezione addizionale**, attraverso l'impiego di interruttori **differenziali con corrente d'intervento non superiore ai 30 mA, per tutte le prese a spina destinate ad alimentare apparecchiature poste all'esterno dell'unità**, in modo analogo a quello che viene richiesto per le prese di cantiere (le condizioni ambientali infatti possono essere simili). Tale **differenziale non è richiesto se le prese a spina esterne sono alimentate mediante separazione elettrica, oppure circuiti SELV o PELV**.

Modalità di alimentazione dell'unità e protezione contro i contatti indiretti

L'impianto elettrico dell'unità mobile si può trovare o interamente o solo in parte all'interno del veicolo, questo in base al tipo di alimentazione scelta.

Infatti esistono quattro possibili metodi alternativi o sovrapponibili (solo il metodo A può però essere combinato con uno degli altri) di alimentazione di un'unità mobile:

- a. Attraverso una **connessione ad un gruppo generatore BT** (rispondente alla norma CEI 64-8/551) situato all'interno o all'esterno dell'unità;

- b. Attraverso una **connessione ad un impianto elettrico fisso con protezione** o con interruzione automatica dell'alimentazione o con collegamento equipotenziale locale non connesso a terra;
- c. Attraverso una **connessione ad un impianto elettrico fisso con una separazione** mediante isolamento principale (trasformatore con separazione semplice) ;
- d. Attraverso una **connessione ad un impianto elettrico fisso con una separazione elettrica** (es. trasformatore di isolamento di classe II);

In ogni modo, qualunque sorgente venisse scelta, deve essere affissa, in un luogo chiaramente visibile da parte dell'utente dell'unità, una targa che specifichi in modo chiaro e non ambiguo i tipi di alimentazione che possono essere collegate all'unità.

Tale targa deve contenere due ordini di informazioni, caratteristiche costruttive e istruzioni d'uso organizzate ad esempio in questo modo, come suggerisce la norma:

- **Caratteristiche costruttive**
 - nome del costruttore;
 - identificazione tramite sigla o numero del prodotto;
 - tipo di alimentazione;
 - parametri elettrici quali natura della corrente e/o la frequenza, tensione nominale, corrente nominale, grado di protezione, etc.
- **Istruzioni d'uso**
 - prima di effettuare la connessione all'alimentazione esterna, controllare che l'interruttore generale dell'unità mobile sia su OFF e verificare l'integrità del cavo e dei dispositivi di connessione alla sorgente;
 - dopo aver effettuato la connessione verificare la funzionalità del differenziale;
 - prima di sezionare l'unità mobile dall'alimentazione esterna, controllare che l'interruttore generale dell'unità sia su OFF e solo successivamente effettuare il sezionamento.

Nel caso in cui la protezione contro i contatti indiretti venisse effettuata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, un altro avviso va posto in prossimità delle prese a spina che alimentano apparecchiature situate all'interno dell'unità, per precisare che queste prese non devono essere utilizzate per alimentare apparecchiature situate all'esterno dell'unità.

A parte il caso d) nel quale il tipo di protezione prevista esclude esplicitamente il collegamento a terra delle masse, negli altri tre tipi di alimentazione può, ma non necessariamente deve (a parte un solo caso), essere previsto un dispersore.

Una disposizione comune a tutti e quattro le tipologie di alimentazione è che qualsiasi componente elettrico installato tra la sorgente di alimentazione ed i dispositivi di protezione previsti per l'interruzione automatica dell'alimentazione (interruttori differenziali o anche fusibili a seconda del tipo di distribuzione utilizzata), compresi gli stessi dispositivi di protezione, devono essere protetti mediante componenti elettrici di classe II o con un isolamento equivalente (vedi la parte di impianto colorata in azzurro negli schemi).

Alimentazione di tipo A

Il gruppo generatore che va ad alimentare l'unità può essere situato o all'interno (fig. A1) o all'esterno (fig. A2) dell'unità stessa.

Nel secondo caso, la norma prevede, nel caso in cui il collegamento con il generatore avvenga tramite una presa a spina polarizzata, che i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (fusibili in figura A2, ma potrebbero essere ovviamente interruttori magnetotermici) debbano essere installati nei conduttori attivi all'origine dell'unità.

Il metodo di alimentazione tramite gruppo elettrogeno può essere combinato anche con uno degli altri metodi.

Le due figure A1 e A2 sono identiche, a parte la collocazione del gruppo generatore.

Esso è posto internamente all'involucro di classe II nel primo caso (e per questo può essere di classe I o II), mentre è posto esternamente nel secondo caso (e quindi deve essere di classe II).

La protezione contro i contatti indiretti avviene attraverso l'interruzione automatica dell'alimentazione che deve essere garantita da un interruttore differenziale generale che protegge i circuiti interni ed un interruttore differenziale da 30 mA che protegge quelli esterni.

Il centro stella del gruppo elettrogeno viene collegato alla struttura esterna conduttrice dell'unità, mentre le masse degli apparecchi sono collegate, attraverso il conduttore PE, al neutro e quindi al centro stella.

Si tratta di una specie di sistema TN, dove però manca la T, essendo il neutro del generatore isolato da terra.

Non essendoci nessun tipo di collegamento a terra è evidente che si viene a ricreare una situazione simile a quella di una abitazione nella quale c'è il differenziale, ma manca l'impianto di terra: il differenziale si interviene, ma solo quando una persona fa da cavo conduttore verso il terreno toccando, ad esempio la carrozzeria esterna dell'unità.

Non si tratta di un pericolo mortale per la persona, ma nemmeno si può sostenere che sia una soluzione ottimale.

In alternativa, gli schemi proposti dalla norma prevedono l'eventuale collegamento a terra del collettore principale di terra, collegamento che rimane facoltativo (potrebbe essere necessario però, oltre che per motivi di protezione, anche per motivi funzionali).

Le parti conduttrici dell'unità, come il telaio o i sistemi di tubazioni, devono essere interconnesse e collegate all'interno dell'unità tramite conduttori equipotenziali principali, al conduttore PE del sistema di distribuzione utilizzato (TT, TN, IT).

Tali conduttori devono essere realizzati con trefoli sottili.

Alimentazione di tipo B

In questo caso l'alimentazione arriva direttamente dalla rete, tramite un sistema TT od un sistema TN, attraverso un collegamento presa-spina.

Nel caso in cui questo collegamento avvenga tramite una presa a spina polarizzata, occorre che i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (fusibili in figura B1, ma potrebbero essere ovviamente interruttori magnetotermici) debbano essere installati nei conduttori attivi all'origine dell'unità.

La norma propone lo schema descritto nella figura B1, il quale rappresenta forse il caso più frequente di alimentazione di queste unità: collegamento diretto alla rete e protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica della alimentazione con l'uso di interruttori differenziali.

Alimentazione di tipo C

Il terzo tipo di alimentazione prevede la presenza di un trasformatore di separazione all'ingresso dell'unità. A valle del trasformatore le soluzioni proposte dalla norma sono tre.

La prima, in figura C1 consiste in un sistema IT con un differenziale generale ed un dispersore in grado di

fornire l'interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto nel trasformatore a separazione semplice.

Ogni circuito previsto per alimentare apparecchiature al di fuori dell'unità, deve essere protetto singolarmente con un differenziale da 30 mA.

La seconda soluzione, figura C2, propone l'installazione di un dispositivo di controllo dell'isolamento, con o senza dispersore, in grado di interrompere automaticamente l'alimentazione in caso di primo guasto tra le parti attive ed il telaio dell'unità. La terza ed ultima soluzione, proposta in figura C3, ripropone un sistema TN.

Per quanto riguarda i sistemi IT cambiano le modalità di collegamento delle masse in unità aventi l'involucro conduttore od unità senza involucro conduttore.

Nella prima situazione le masse vanno collegate all'involucro conduttore, nella seconda le masse vanno collegate ad un altro involucro conduttore e ad un conduttore di protezione.

(la CEI 64-8/V4 indica che questa disposizione non è applicabile in Italia).

Alimentazione di tipo D

L'ultimo tipo di alimentazione, che è forse il migliore, è quello attraverso l'uso di un trasformatore di isolamento di classe II (o anche un gruppo elettrogeno), il quale permette di separare l'unità mobile dalla rete e da terra.

In questa situazione sono assenti i differenziali in quanto inutili, poiché posti a valle di un trasformatore di isolamento sono impossibilitati ad intervenire.

Infatti in un differenziale posto a protezione dell'intero impianto, la somma delle correnti che lo attraversano sarà sempre nulla, mentre un eventuale differenziale posto a protezione di un singolo circuito interverrebbe solo se la corrente capacitiva di primo guasto a terra fosse superiore alla sua corrente d'intervento, condizione impossibile.

In caso di un secondo guasto a terra, il problema si tramuta in un cortocircuito, il quale viene fermato dai dispositivi di protezione dalle sovracorrenti (fusibili nel caso di figura D).

Modalità di connessione dell'unità mobile con un impianto elettrico fisso

Nel caso in cui l'unità mobile fosse alimentata da una rete esterna, il collegamento tra di esse deve essere effettuato attraverso prese a spina e dispositivi di connessione per uso industriale, rispondenti alle norme CEI 23-12/1 e 23-12/2.

Se, come succede normalmente, le prese a spina per il collegamento sono situate all'esterno dell'unità, bisogna che abbiano un grado di protezione almeno pari a 55 (figura E).

In considerazione delle possibili condizioni ambientali esterne nelle quali ci si può trovare ad operare, per collegare l'unità mobile all'alimentazione occorre utilizzare cavi flessibili per posa mobile per esterno tipo H07RN-F, con sezione minima di 2,5 mm² in rame, in accordo con la norma CEI 20-19/4.

Cavi utilizzabili all'interno dell'unità

All'interno della raccomandazione generale di utilizzare cavi flessibili, viene ammesso l'uso di queste due tipologie di cavi:

- Cavi unipolari isolati in PVC rispondenti alla norma CEI 20-20/3 o cavi senza guaina rispondenti alla norma CEI 20-20/7 a patto di essere posati in tubi protettivi rispondenti alla norma CEI 23-39;
- Cavi unipolari isolati in PVC rispondenti alla norma CEI 20-20/3 o cavi isolati in gomma rispondenti alla norma CEI 20-19/4 a patto che vengano prese adeguate precauzioni affinché possibili abrasioni o spigoli vivi non vadano a danneggiare meccanicamente il cavo stesso.

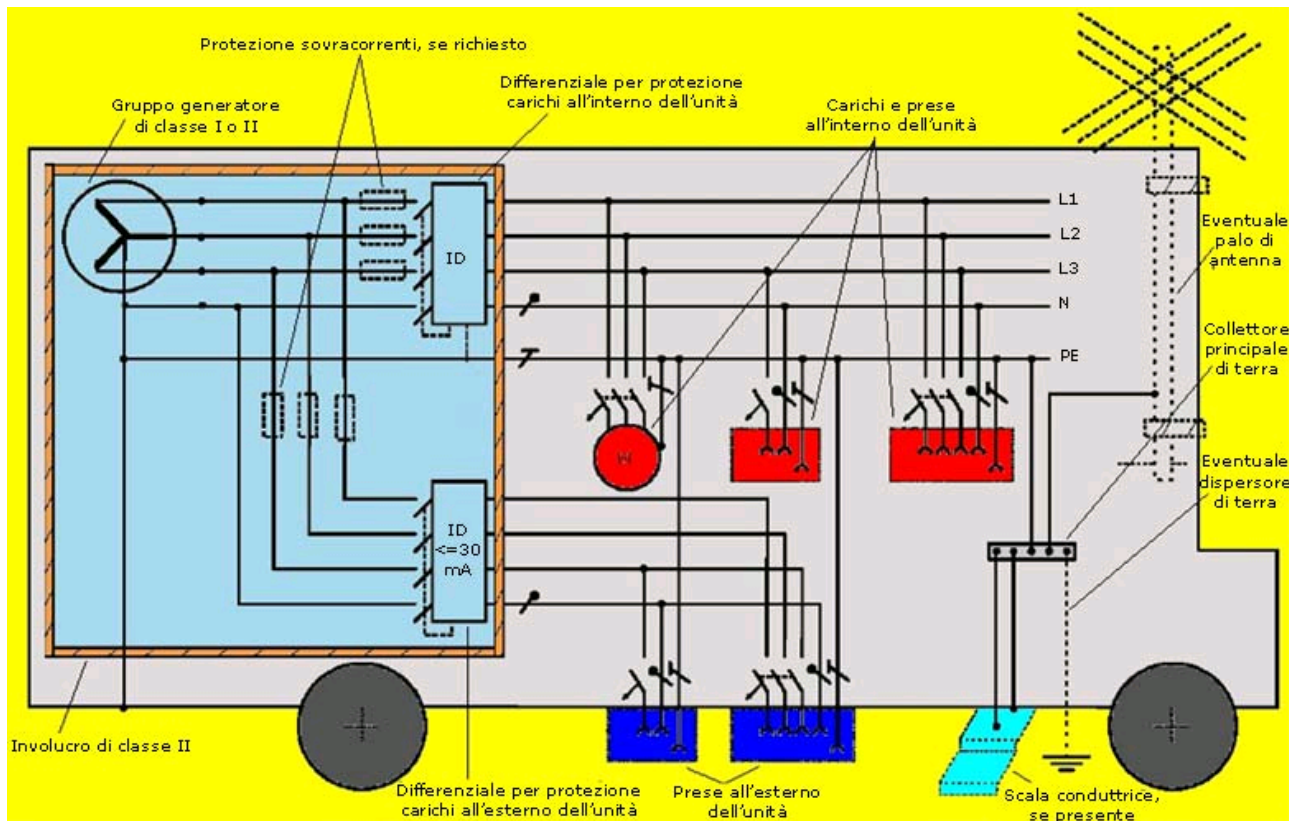


Fig.A1: Alimentazione da gruppo elettrogeno situato all'interno dell'unità

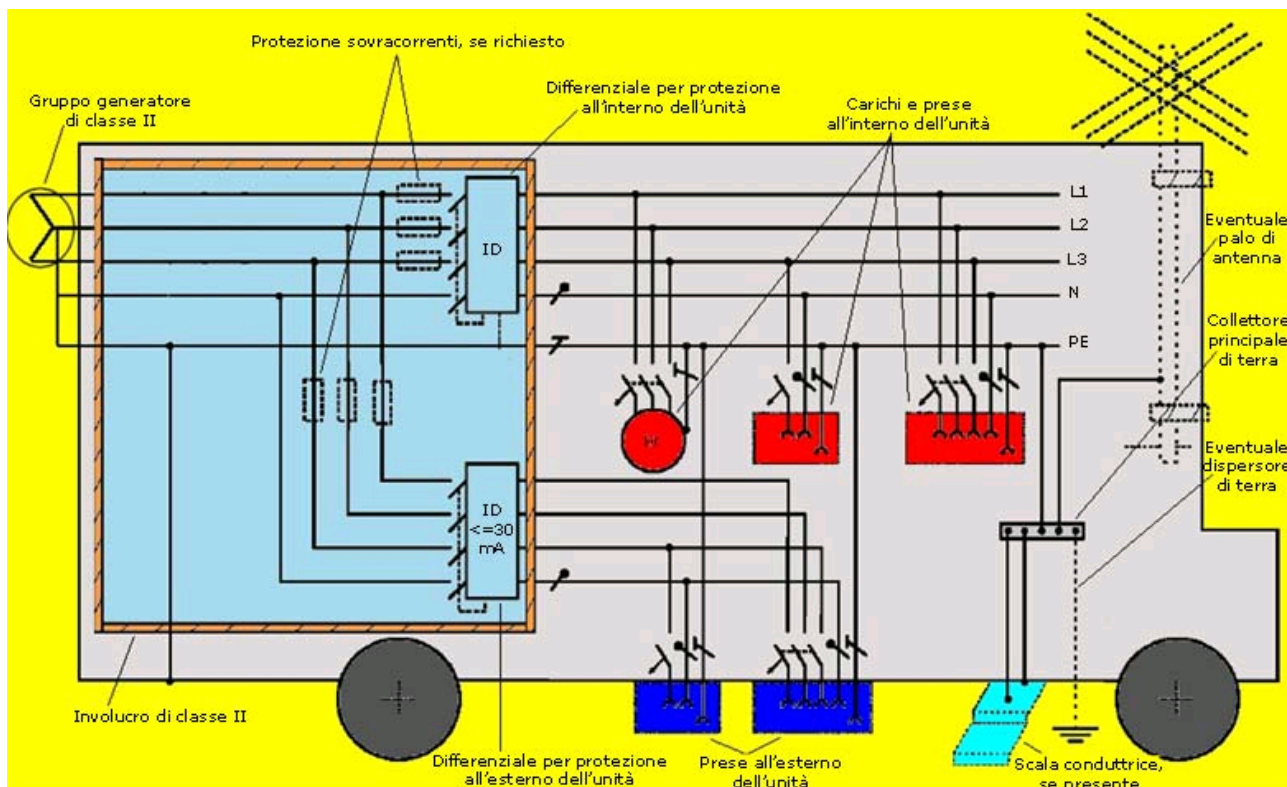


Fig.A2: Alimentazione da gruppo elettrogeno situato all'esterno dell'unità

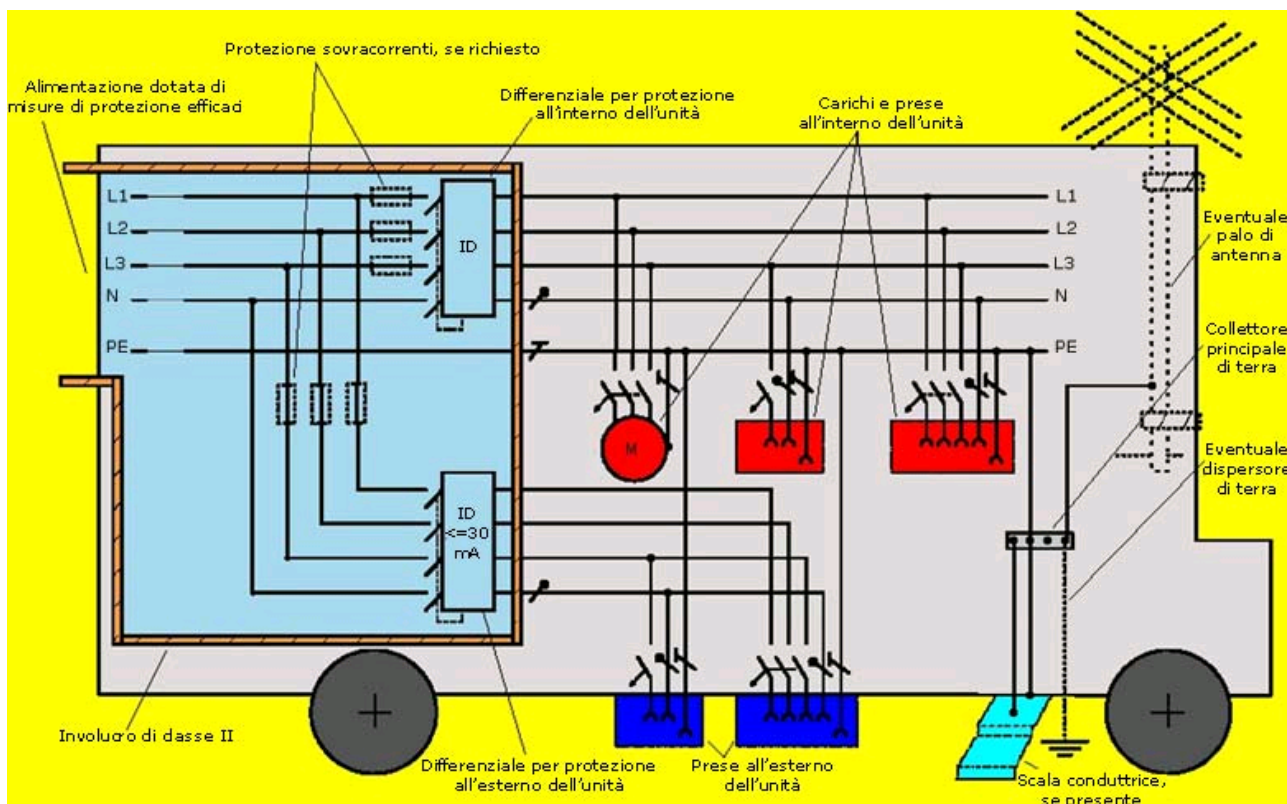


Fig.B1: Alimentazione diretta dalla rete e protezione per interruzione automatica dell'alimentazione

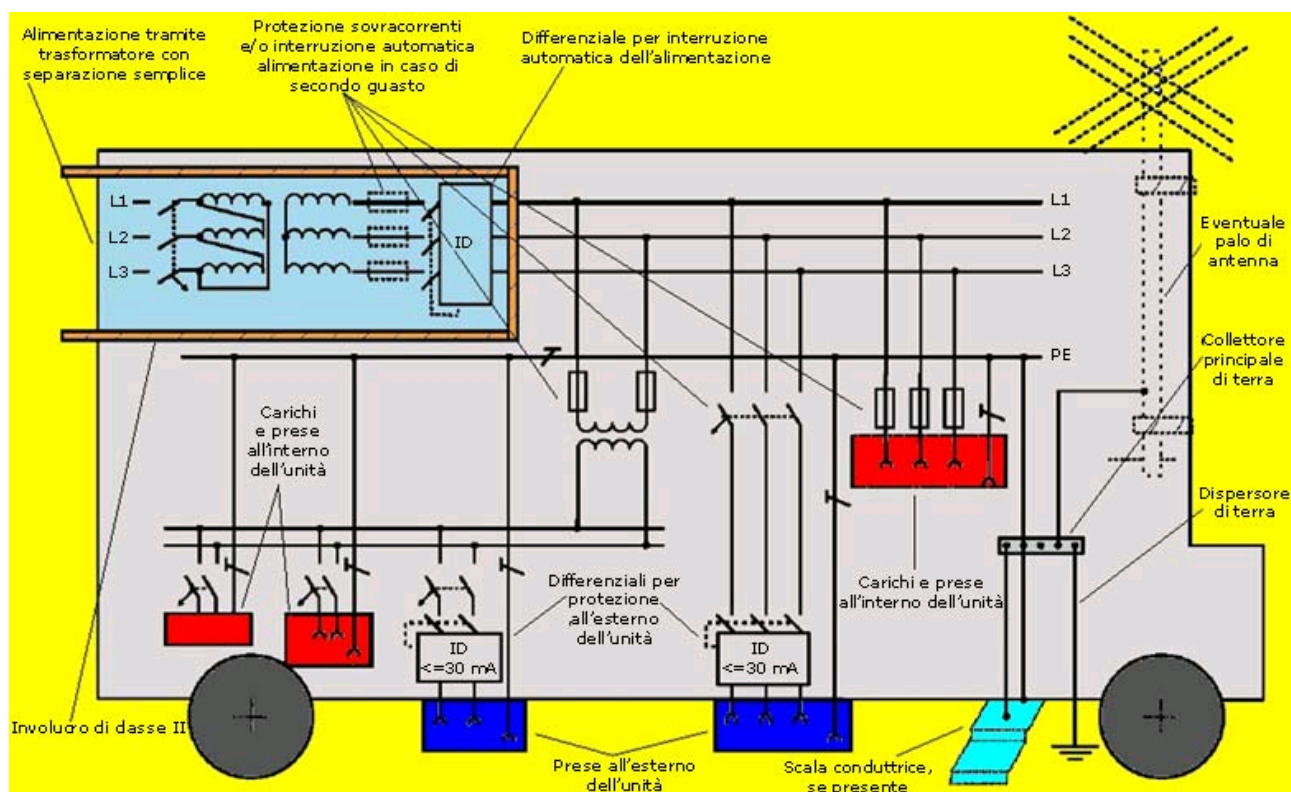


Fig.C1: Alimentazione mediante un trasformatore a separazione semplice – sistema IT

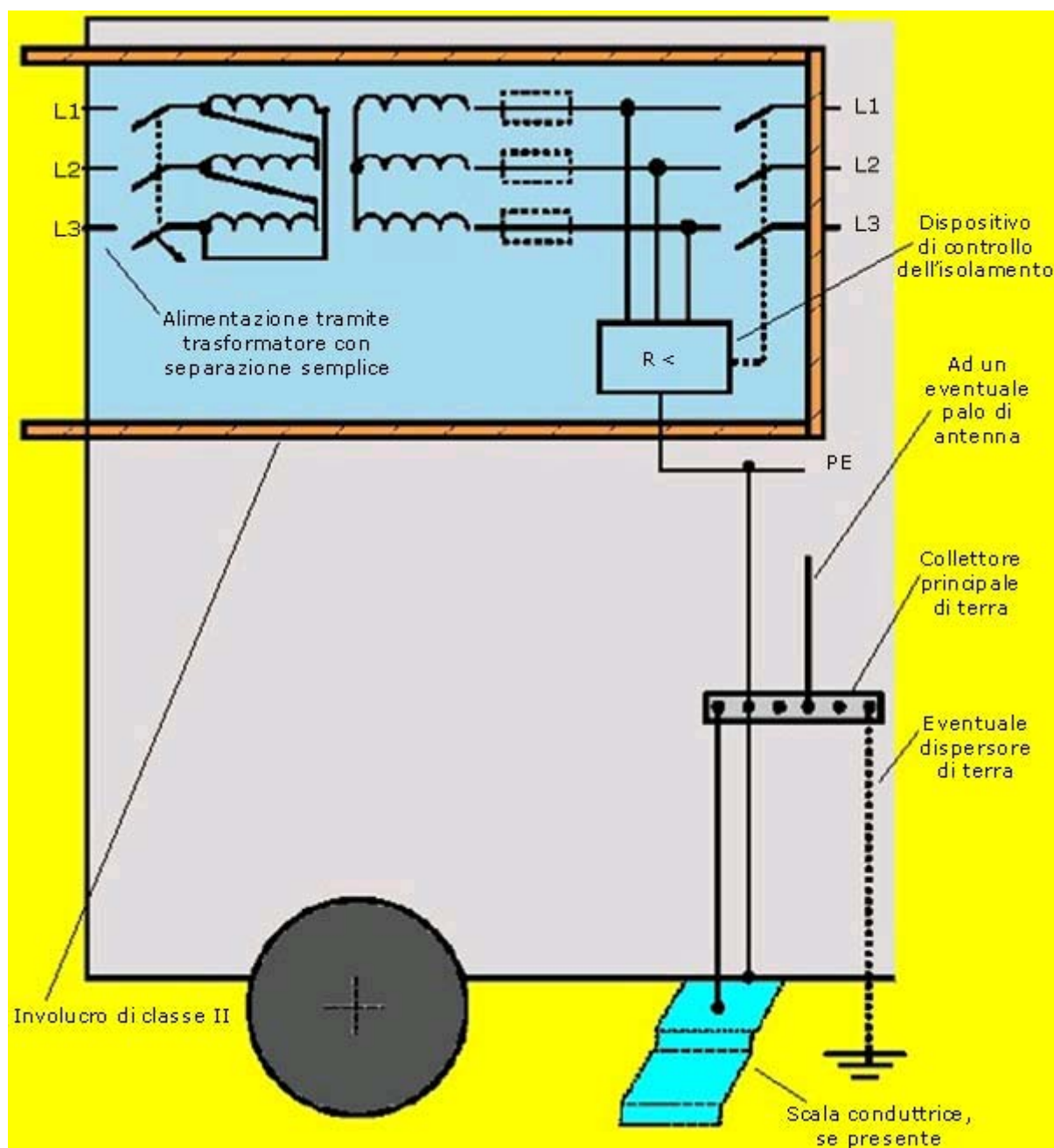


Fig.C2: Alimentazione mediante un trasformatore a separazione semplice – sistema IT con dispositivo di controllo dell'isolamento

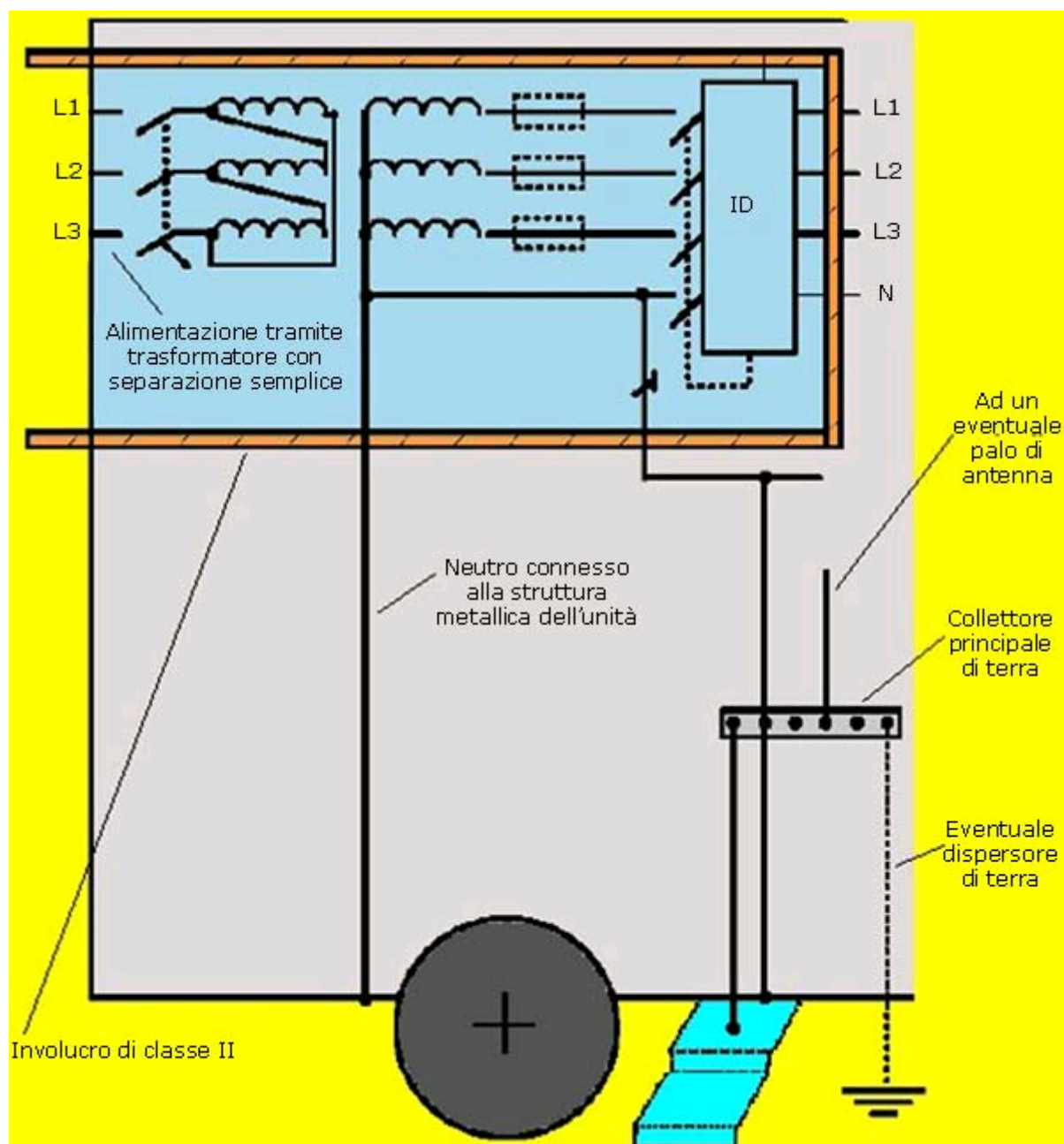


Fig.C3:Alimentazione mediante un trasformatore a separazione semplice – sistema TN

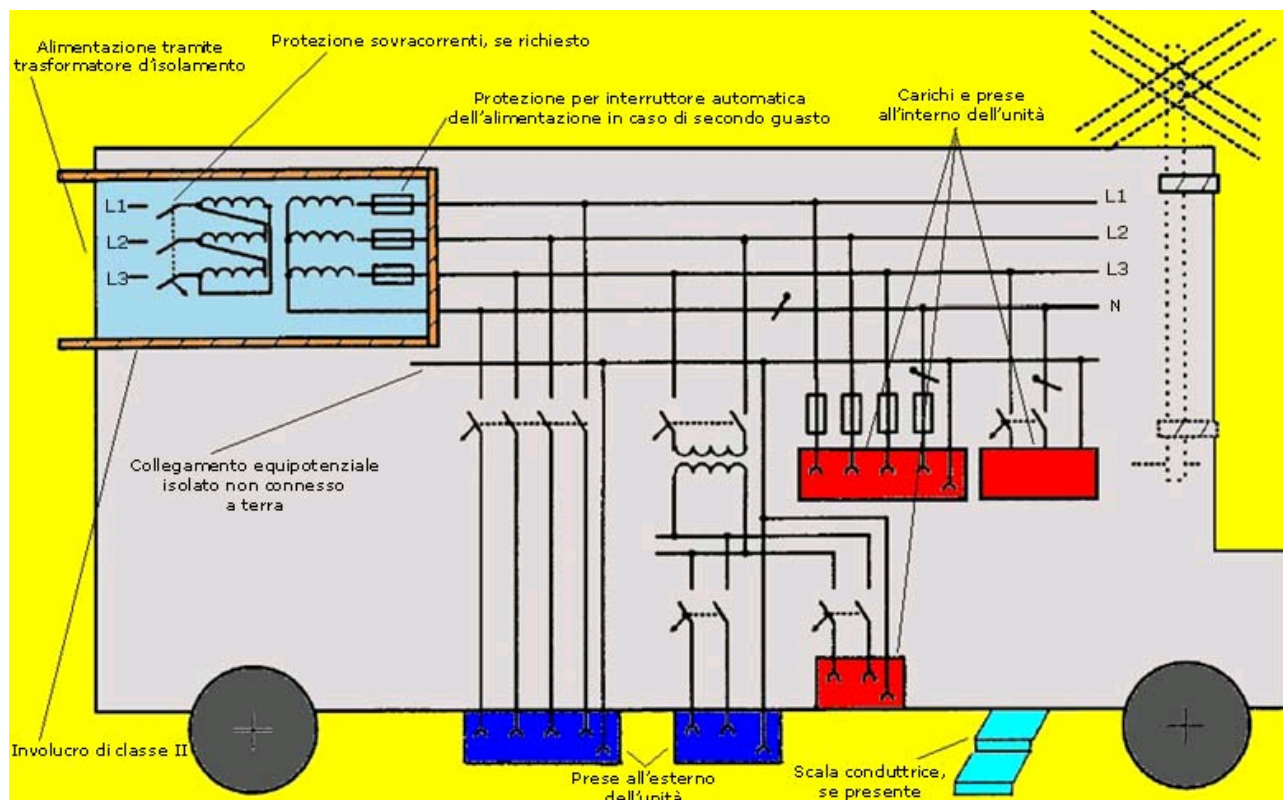


Fig.D: Alimentazione mediante separazione elettrica fornita da un trasformatore di isolamento

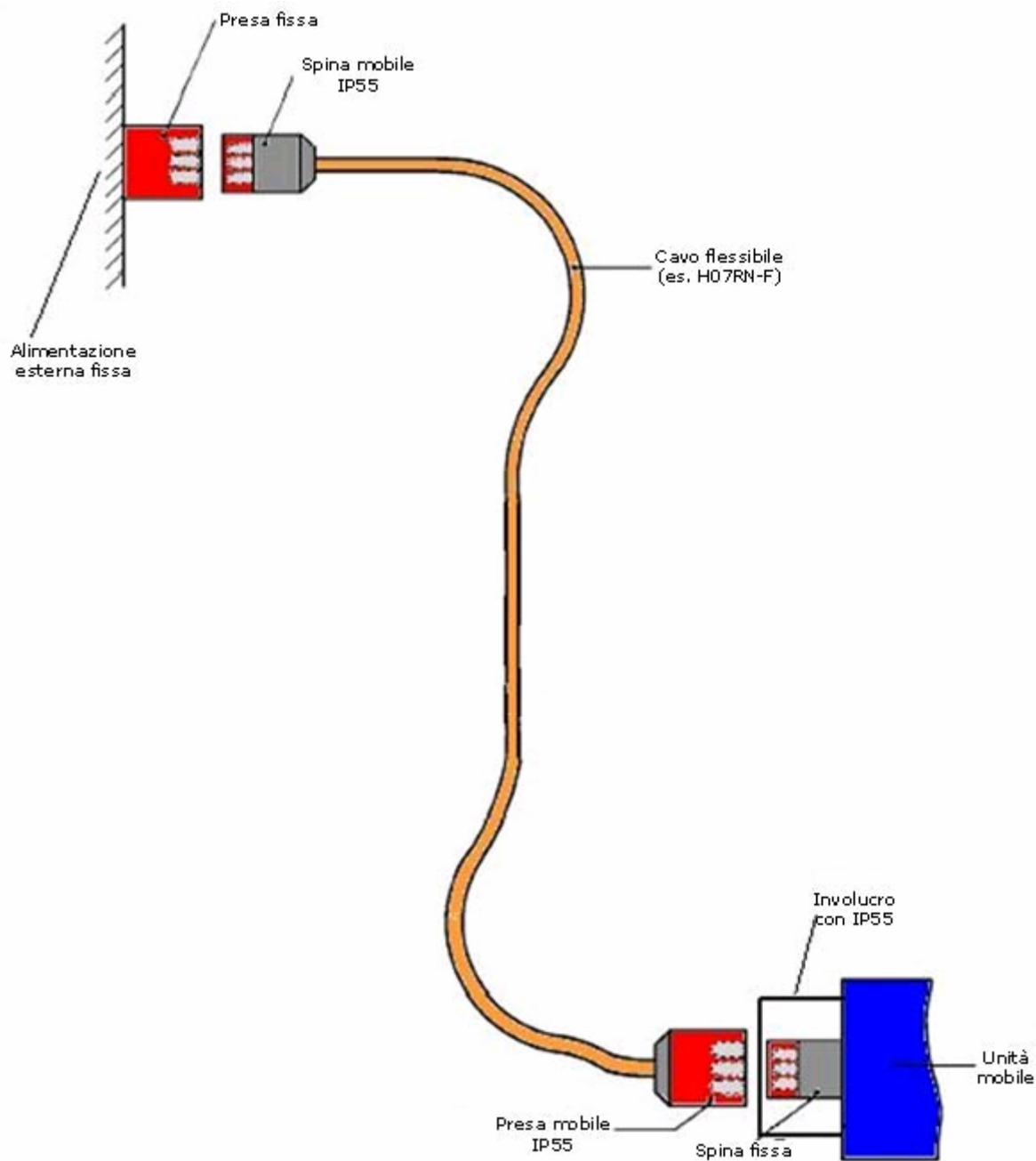


Fig.E:Connessione tra impianto elettrico fisso e unità mobile