

8 Impianti elettrici

Competenze e abilità

- Introdurre alla conoscenza delle definizioni essenziali e ricorrenti nella progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti elettrici.
- Conoscere le principali tipologie di impianti elettrici.
- Conoscere i principali riferimenti normativi giuridici e tecnici riguardanti gli impianti elettrici.

1.1 Generalità

Si possono considerare in via generale due grandi categorie di impianti elettrici: quelli posti a monte dell'apparecchio di misurazione dell'energia elettrica e quelli posti a valle. I primi sono gli impianti di produzione, trasmissione (trasporto) e distribuzione che prendono complessivamente il nome di **sistema elettrico pubblico**. Gli altri invece prendono il nome di **impianti utilizzatori** di proprietà degli utenti (o clienti – Fig. 1). Va però tenuto presente che gli utenti possono dotarsi di fonti di generazione di energia destinate ai propri utilizzi (utenti passivi/attivi) o anche alla totale immissione nelle reti pubbliche di distribuzione a favore di tutti gli altri utenti. In quest'ultimo caso gli apparecchi misuratori rilevano la differenza tra l'energia prelevata e quella immessa, ovvero quella totalmente immessa dagli utenti puramente attivi.

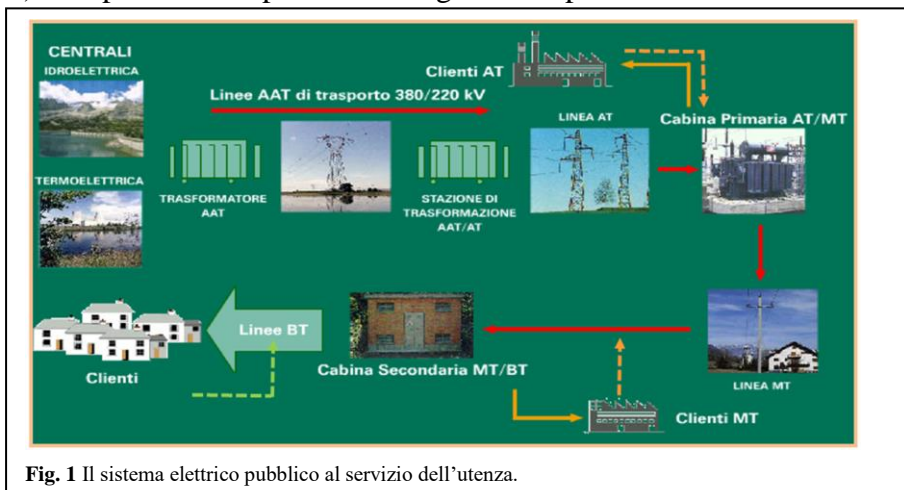


Fig. 1 Il sistema elettrico pubblico al servizio dell'utenza.

1.2 Alcune definizioni

Forniamo alcune definizioni indispensabili per intendere in maniera univoca aspetti concettuali, ma anche pratici, ai fini della progettazione e della costruzione degli impianti elettrici.

- **Tensione nominale:** è la tensione per cui un impianto o una sua parte è progettato. Qualora la tensione nominale verso terra sia superiore alla tensione nominale fra le fasi, agli effetti della classificazione del sistema si considera la tensione nominale verso terra.
- **Impianto elettrico utilizzatore:** è costituito dalle apparecchiature e dai circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori posti immediatamente a valle del punto di consegna della fornitura di energia elettrica effettuata dall'impresa di distribuzione pubblica di energia elettrica.
- **Massa:** è la parte conduttrice di un impianto elettrico che a causa di un guasto può andare in tensione e che è accessibile, quindi può essere toccata. Una parte conduttrice che può andare in tensione solo perché è in contatto con una massa non è da considerarsi una massa.
- **Contatto diretto:** quello che avviene con la parte attiva in tensione di un impianto elettrico (Fig. 2a).

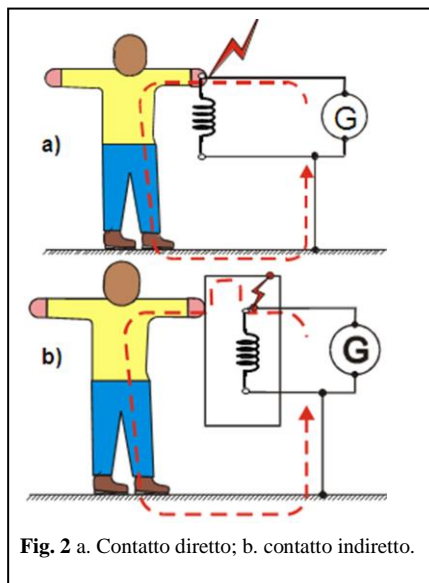
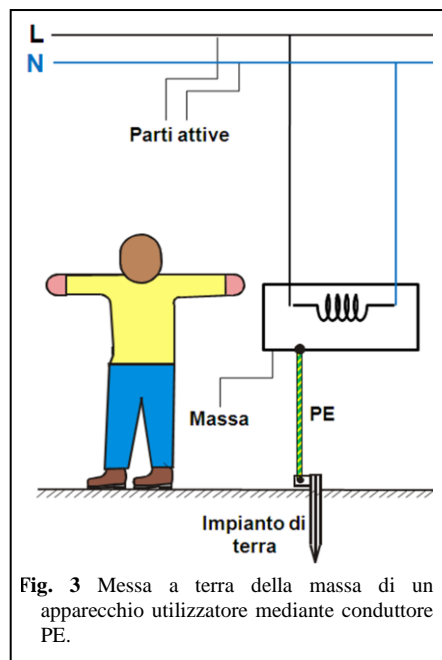


Fig. 2 a. Contatto diretto; b. contatto indiretto.

- **Contatto indiretto:** è il contatto determinato con una parte metallica normalmente non in tensione (per esempio, una massa andata in tensione a seguito di un guasto – **Fig. 2b**).
- **Massa estranea:** è la parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra. Si considera tale quando la sua resistenza verso terra è inferiore a $1000\ \Omega$ per gli ambienti ordinari e $200\ \Omega$ per gli ambienti a maggior rischio elettrico.
- **Conduttore di protezione:** è un conduttore prescritto per alcune misure di protezione, per esempio contro i contatti indiretti per collegare le masse, le masse estranee, il collettore o nodo principale di terra e così via (simbolo PE – **Fig. 3**).
- **Conduttore PEN:** è un conduttore che svolge le funzioni sia di conduttore di protezione sia di neutro. Il simbolo PEN risulta dalla combinazione del simbolo PE che sta per conduttore di protezione e del simbolo N per conduttore di neutro.
- **Parte attiva:** conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro ma escluso, per convenzione, il conduttore PEN.
- **Involucro:** parte che assicura la protezione di un componente elettrico contro determinati agenti esterni e, in ogni direzione, contro i contatti diretti.
- **Isolamento supplementare** (o doppio isolamento): isolamento indipendente previsto in aggiunta all'isolamento principale per assicurare la protezione contro i contatti elettrici in caso di guasto dell'isolamento principale.
- **Impianto di terra:** insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.



1.3 Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla tensione

In **Tabella 1** è riportata la classificazione dei sistemi elettrici (impianti) in funzione della tensione nominale. Nel linguaggio comune si usa indicare con impianti BT quelli con tensione inferiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. e con impianti AT quelli con tensioni superiori.

Categoria	Tensione nominale	
	Corrente alternata	Corrente continua
0	$\leq 50\text{ V}$	$\leq 120\text{ V}$
I	$> 50\text{ V} \leq 1000\text{ V}$	$> 120\text{ V} \leq 1500\text{ V}$
II	$> 1000\text{ V} \leq 35000\text{ V}$	$> 1500\text{ V} \leq 35000\text{ V}$
III	$> 35000\text{ V}$	

Tab. 1

La tensione fornita dalle reti pubbliche per potenze non superiori a 100 kW è di 230 V tra fase e neutro e di 400 V tra fase e fase. Tali valori, stabiliti per legge (L. 24-3-12, n. 27) e unificati a livello europeo (Norma CEI EN 50160), devono essere mantenuti entro un intervallo pari al $\pm 10\%$ per il 95% del tempo; è ammesso che scendano fino al -15% per il

restante 5% del tempo.

Per la fornitura di energia elettrica con potenze fino a 10 MW, la cosiddetta rete di MT per la distribuzione pubblica non ha invece un valore unificato, in genere di 15 o 20 kV a secondo del territorio servito (esistono ancora aree servite in MT alla tensione di 10 kV). Valori ancora diversi sono utilizzati per la distribuzione di MT all'interno di grandi stabilimenti industriali alimentati dalle reti pubbliche a tensioni di: 132, 150, 220 o 380 kV.

1.4 Classificazione dei sistemi elettrici in relazione alla loro messa a terra

Per gli impianti elettrici utilizzatori di BT (norma CEI 64-8) si distinguono i sistemi TT, TN e IT.

La prima lettera indica la relazione tra il sistema elettrico e la terra:

- T = connessione diretta di un punto a terra;
- I = tutte le parti attive isolate da terra, o un punto collegato a terra attraverso un'impedenza elevata.

La seconda lettera indica la relazione tra le masse dell'impianto e la terra:

- T = connessione elettrica diretta tra le masse e la terra;
- N = connessione elettrica diretta tra le masse e il punto messo a terra del sistema elettrico (nei sistemi in corrente alternata, il punto messo a terra del sistema elettrico è generalmente il punto di neutro o, se il punto di neutro non è disponibile, un conduttore di fase).

Il sistema TT (**Fig. 4**) è previsto negli impianti utilizzatori, anche con propria cabina di trasformazione MT/BT, e anche nella distribuzione pubblica. Il punto di messa a terra (solitamente il neutro) del sistema elettrico e le masse degli apparecchi utilizzatori (U) devono essere collegati a terra (R_n e R_u) fra loro, in modo sicuramente separato anche se non sempre elettricamente indipendente. In Italia, diversamente da altri Paesi europei, nella distribuzione pubblica il conduttore di neutro è distribuito dall'impresa fornitrice dell'energia elettrica come conduttore attivo (in pratica deve essere considerato come un conduttore in tensione). Esso quindi non è garantito nel senso che l'utilizzatore non può considerarlo un conduttore di protezione cui affidare il proprio sistema di protezione contro i contatti indiretti. La norma CEI 0-21 impone che l'impresa distributrice garantisca messa a terra del neutro con un valore di $R_n \leq 180 \Omega$.

Per forniture di energia elettrica superiori a 100 kW la cabina di trasformazione MT/BT deve essere realizzata dall'utente che per l'alimentazione dei propri apparecchi utilizzatori può ricorrere al sistema TT o più diffusamente al sistema TN (**Fig. 5**). In quest'ultimo caso il neutro del sistema è collegato a terra e le masse degli apparecchi utilizzatori sono connesse al neutro stesso. Così facendo il sistema prende il nome di TNC in quanto il conduttore di neutro è utilizzato in comune per realizzare il collegamento a terra delle masse (conduttore PEN). Se le due funzioni sono tenute separate, il collegamento delle masse a terra è effettuato attraverso uno specifico conduttore (conduttore di protezione PE); così il sistema è detto TNS con il codice S che sta a significare la separazione delle suddette funzioni.

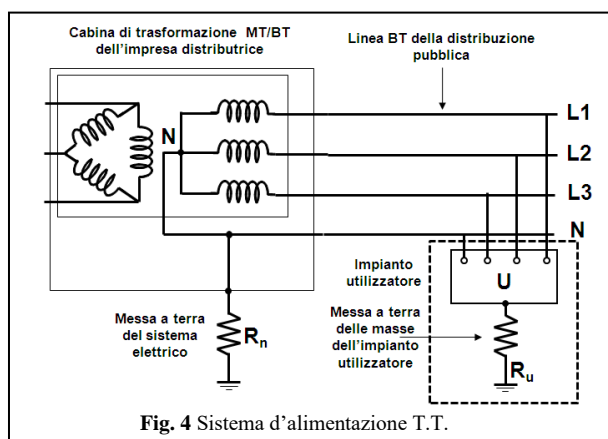


Fig. 4 Sistema d'alimentazione T.T.

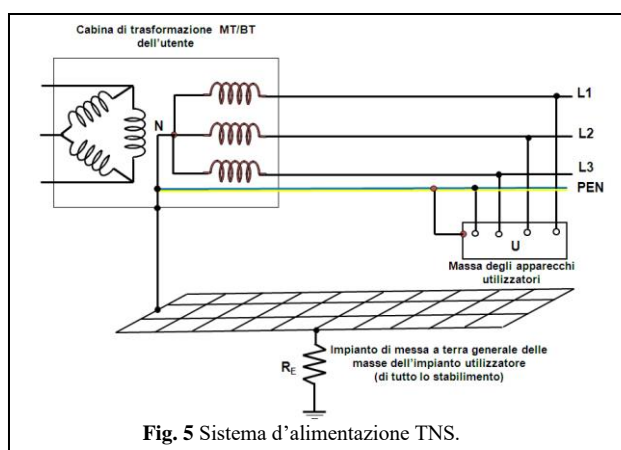


Fig. 5 Sistema d'alimentazione TNS.

Il sistema TN non è previsto nella distribuzione pubblica di BT per l'evidente impossibilità da parte dell'impresa distributrice di garantire la sicurezza (basti pensare ai rischi per contatti con le masse in conseguenza di un'accidentale interruzione del neutro) del conduttore di neutro che il cliente finale dovrebbe utilizzare come conduttore di protezione.

Sempre nel caso in cui la cabina di trasformazione debba essere realizzata dall'utente, può essere necessario, ai fini di garantire una maggior continuità del servizio (per esempio per gli ospedali), una distribuzione interna ai propri utilizzatori mediante il sistema IT (Fig. 6) nel quale il sistema elettrico non ha alcun punto collegato a terra (semplice accoppiamento capacitivo), mentre le masse sono collegate a terra. Per questo scopo è espressamente previsto dalla normativa il funzionamento con una fase a terra in caso di guasto (per esempio per la perdita d'isolamento di una fase) anche per tempi prolungati, differendo nel tempo la riparazione del guasto. L'interruzione del circuito interviene quindi solamente all'apparire del secondo guasto su una fase diversa anche perché, in tal caso, si

determina un guasto di corto circuito. A tale proposito la norma CEI 64-8 impone la presenza di un dispositivo che segnali lo stato dell'isolamento fra le parti attive e terra. Il conduttore di neutro può essere distribuito o non distribuito in relazione alle necessità degli apparecchi utilizzatori. Gli stessi concetti sono presenti nei sistemi di alimentazione in corrente continua, nei quali il luogo del conduttore di neutro si considera il conduttore mediano M che, quando assolve anche il compito di conduttore di protezione, prende il nome di conduttore PEM. Nelle Figure 7, 8 e 9 sono riportati

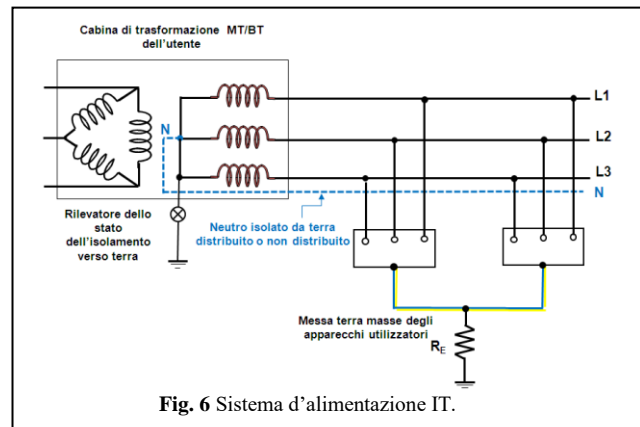


Fig. 6 Sistema d'alimentazione IT.

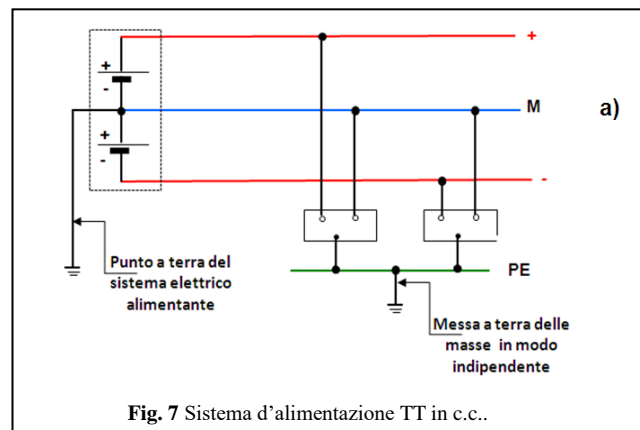


Fig. 7 Sistema d'alimentazione TT in c.c..

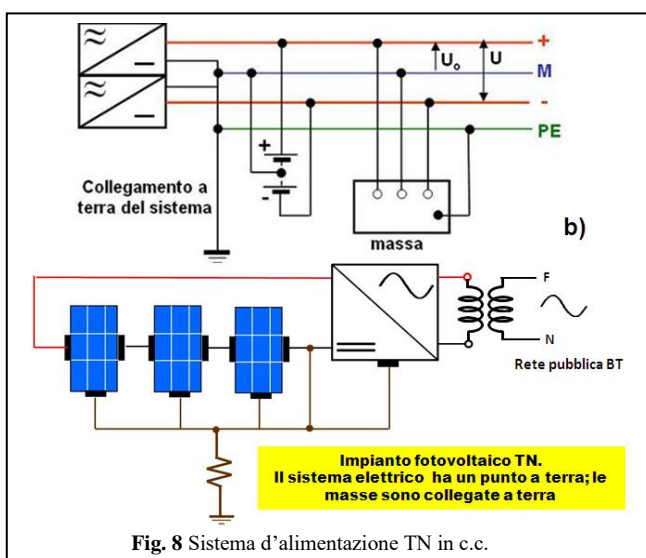


Fig. 8 Sistema d'alimentazione TN in c.c.

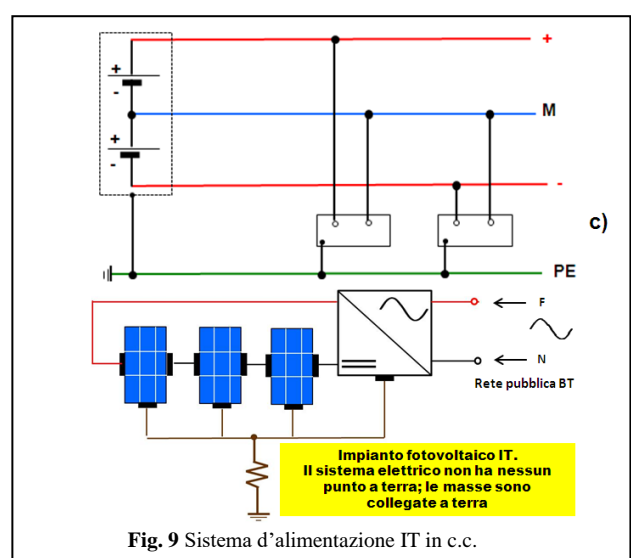


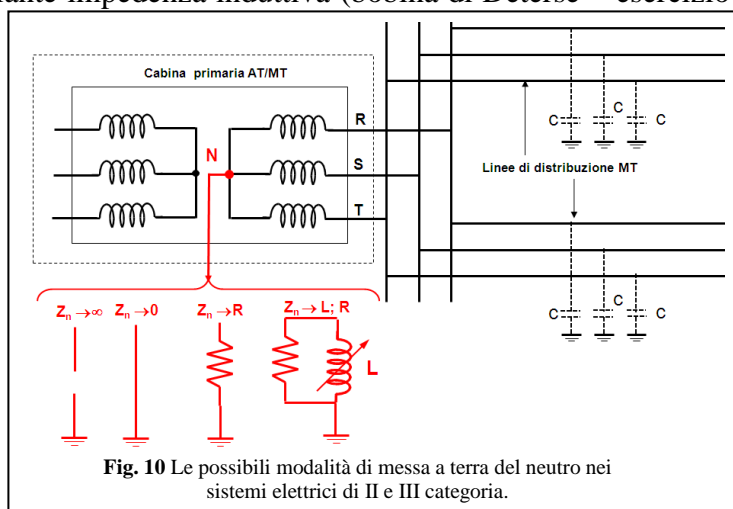
Fig. 9 Sistema d'alimentazione IT in c.c.

rispettivamente gli schemi dei sistemi d'alimentazione TT, TN e IT. Quest'ultimi due anche in una loro applicazione classica, rappresentata dal collegamento dei vari moduli fotovoltaici (pannelli)

che alimentano l'inverter in grado di convertire la tensione continua in alternata per connessione in parallelo con la rete di distribuzione e l'immissione in questa dell'energia prodotta.

Nei sistemi elettrici di II e III categoria, sia utilizzatori sia della rete pubblica, in genere detti di MT e AT, la norma CEI EN 61936-1 (indifferentemente CEI 99-2) prevede le seguenti modalità di messa a terra del neutro (**Fig. 10**):

- connessione diretta a terra ($Z_n \rightarrow 0$);
- connessione a terra mediante resistenza ($Z_n \rightarrow R$);
- connessione a terra mediante impedenza induttiva ($Z_n \rightarrow L; R$);
- neutro isolato o connesso a terra tramite un'impedenza sufficientemente elevata ($Z_n \rightarrow \infty$).
- Nelle linee elettriche a tensione nominale ≥ 100 kV di distribuzione e trasporto¹ è prescritta la messa a terra diretta del neutro.
- La connessione elettrica a terra mediante resistenza è utilizzata in alcune delle linee elettriche di distribuzione pubblica e impianti utilizzatori a tensione in genere non superiore a 10 kV.
- La connessione elettrica a terra mediante impedenza induttiva (bobina di Deterse – esercizio a neutro compensato) è utilizzata in esercizio normale nella totalità delle linee elettriche di distribuzione pubblica di media tensione.
- L'esercizio a neutro isolato, cioè in assenza di connessioni intenzionali tra il neutro e la terra o connessione a terra tramite un'impedenza sufficientemente elevata, è utilizzato per brevi periodi all'anno delle linee elettriche di distribuzione pubblica di media tensione.



In generale, la scelta del tipo di messa a terra dipende dalle esigenze di esercizio dell'impianto (continuità del servizio, limitazione delle sovratensioni in regime di guasto, eliminazione selettiva dei guasti ecc.).

Nelle reti a MT pubbliche di modesta estensione e in quelle utilizzatrici si impiega generalmente il sistema detto a neutro isolato, nel quale appunto l'impianto è completamente isolato da terra, ossia non presenta alcun punto fisicamente connesso a terra. L'accoppiamento verso terra è quindi costituito solamente dalla capacità C che i conduttori delle linee di distribuzione formano verso la terra stessa.

In caso di guasto a terra (collasso dell'isolamento di una fase), la tensione di fase verso terra può ridursi fino a zero se il guasto avviene su resistenza molto bassa (per esempio, caduta di un conduttore in un fiume), mentre nelle fasi sane di tutto il sistema di linee, la tensione verso terra cresce fino anche a raggiungere il valore della tensione concatenata. La corrente di guasto è essenzialmente capacitiva ed è proporzionale all'estensione complessiva delle linee alimentate dallo stesso trasformatore AT/MT.

Nella rete pubblica per contenere le correnti di guasto a terra, ridurre l'entità delle sovratensioni, specialmente in presenza di archi intermittenti, e quindi migliorare la continuità del servizio favorendo l'autoestinzione dei guasti a terra, si ricorre sempre più all'esercizio della rete a neutro compensato. Il centro stella a MT del trasformatore AT/MT della cabina primaria viene collegato a terra tramite un'induttanza che alla frequenza di rete deve accordarsi con l'intera capacità della rete. La conseguenza è che, in caso di guasto, a terra la corrente che circola nella reattanza della bobina

¹ Quelle pubbliche, cioè con obbligo di connessione di terzi, sono di proprietà di Terna, la società che in Italia si occupa di gestire tutti gli aspetti legati alla trasmissione dell'energia elettrica sulla rete nazionale ad alta e altissima tensione.

si sottrae alla corrente capacitiva dovuta alla capacità di tutte le linee, riducendo la corrente circolante nel punto di guasto. Teoricamente, se l'accordo è perfetto (rete totalmente compensata) e non ci fossero perdite ohmiche nella bobina e nelle capacità della rete, la corrente di guasto sarebbe zero.

1.5 Le norme di legge riguardanti gli impianti elettrici

Le norme fondamentali per la generalità degli impianti elettrici, ai fini essenzialmente della sicurezza, sono le seguenti.

- Legge n. 186 del 1-03-1968: disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici – detta anche della regola dell'arte. Essa statuisce l'obbligo di osservare la regola dell'arte nella costruzione degli impianti elettrici e precisa anche che gli stessi possono ritenersi conformi alla regola dell'arte quando siano costruiti nel rispetto delle norme emesse dal CEI. Tale valenza aprioristica, ossia senza necessità di prova, assegnata alle norme CEI, libera gli utilizzatori dall'onere di provare che hanno applicato la regola dell'arte e finiscono in pratica per conferire alle norme un valore di legge.
- Decreto Presidente della Repubblica 22-10-01 n. 462: il Decreto si prefigge il compito di incrementare il processo di verifica periodica e di regolamentare e semplificare il procedimento di denuncia dell'installazione degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, degli impianti di messa a terra finalizzati alla protezione dai contatti indiretti e degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione.
- Decreto 22-01-08, n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, c. 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2-12-05, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Decreto Lgs. 9-4-08, n. 81 e sue m. e i. (Testo Unico della sicurezza), in particolare il Titolo III, Capo III – Impianti e apparecchiature elettriche. Stabilisce, tra l'altro, i requisiti minimi di sicurezza intrinseca che devono possedere gli impianti elettrici e gli obblighi delle misure di sicurezza da approntare per l'esecuzione dei lavori di manutenzione sugli stessi.

Queste ultime disposizioni, prendendo atto che la legge non può rimanere puntualmente al passo con l'evoluzione tecnologica, si limitano a fissare i principi informativi di carattere generale ("il che cosa fare") e le sanzioni in caso d'inosservanza. Stabiliscono inoltre l'obbligo di applicare le norme tecniche pertinenti per gli aspetti attuativi e operativi ("il come fare"), ribadendo ulteriormente il valore di legge delle norme CEI.

Sono poi da ricordare le Direttive Comunitarie concepite come strumenti legislativi al fine di armonizzare la legislazione dei Paesi membri, che sono tenuti ad adottarle entro i termini stabiliti dalle Direttive stesse. Le Direttive prevedono l'applicazione della marcatura CE² da parte del costruttore, il quale attesta la rispondenza del prodotto ai requisiti essenziali della sicurezza, riportati in tutte le Direttive Comunitarie applicabili al prodotto in questione. La marcatura CE è obbligatoria e rappresenta la condizione necessaria per l'immissione dei prodotti sul mercato e la loro libera circolazione all'interno della Comunità Europea. Lo scopo di detta marcatura è insieme amministrativo, per garantire la libera circolazione dei componenti elettrici nella Comunità Europea, e tecnico, allo scopo di far rispettare i requisiti essenziali di sicurezza, con riferimento a norme tecniche EN, IEC e nazionali.

- Direttiva per il materiale elettrico di Bassa Tensione (2006/95/CE). Si applica a tutti i prodotti elettrici di Bassa Tensione (tra 50 a 1000 V c.a. e tra 75 e 1500 V c.c.), assicurandone un livello di sicurezza adeguato, stabilito mediante i requisiti essenziali (minimi).
- Direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica (EMC) (2004/108/CE). Si applica a tutte le apparecchiature elettrotecniche ed elettroniche, nonché agli impianti e installazioni che

² La marcatura CE può essere apposta sull'imballo, sulle istruzioni d'uso, sui cataloghi e preferibilmente sui prodotti.

contengono componenti elettrici ed elettronici, che possono creare perturbazioni elettromagnetiche o il cui funzionamento possa venire influenzato da tali perturbazioni.

1.6 La normativa tecnica riguardante gli impianti elettrici

L'attività di produzione della normativa nell'ambito degli impianti elettrici è oggi svolta (**Fig. 11**):

- in campo internazionale tramite la IEC (*International Electrotechnical Commission* – vi aderiscono 68 Paesi);
- in campo europeo tramite il CENELEC (*Comité Européen de Normalisation Electrotechnique* – vi aderiscono 30 Paesi europei più 8 affiliati);
- in campo nazionale italiano tramite il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Il CEI è un'associazione fondata nel 1909, riconosciuta sia dallo Stato Italiano, sia dall'Unione europea, per le attività normative e di divulgazione della cultura tecnico-scientifica. Ha compiti di normazione tecnica in campo elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni. Il CEI emette delle norme e delle guide. Le prime hanno carattere vincolante, mentre le seconde rivestono carattere esemplificativo e indicativo; in pratica restano delle raccomandazioni se pur autorevoli.

Le norme emesse dal CEI in materia di impianti elettrici si possono riassumere di tre tipi:

- norme per la progettazione e la costruzione;
- norme di prodotto; che specificano le caratteristiche dei componenti, delle attrezzature elettriche e le relative prove che devono superare per risultare conformi;
- norme di attività; che stabiliscono le procedure e i metodi di lavoro per l'esecuzione in sicurezza degli interventi di manutenzione sugli impianti o in prossimità (vicinanza) degli stessi.

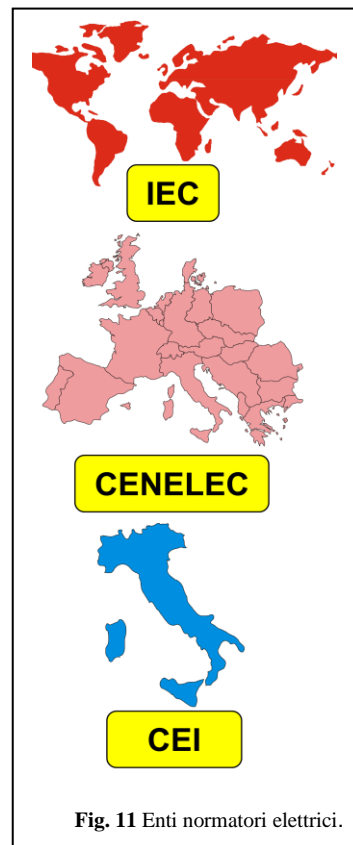
La normativa tecnica di base che compendia tutte le disposizioni in materia di impianti elettrici è costituita dalle seguenti due norme fondamentali:

- norma CEI 64-8- Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- norma CEI EN 61936-1 (codice CEI 99-2) – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.

La Norma CEI 64-8 precisa i requisiti per la progettazione e la realizzazione degli impianti elettrici utilizzatori di BT (impianti di categoria 0 e I). Vi sono riportate le prescrizioni normative e parallelamente, ove ritenuto opportuno, le interpretazioni e i commenti facendo particolare riferimento, quando necessario, alla loro applicazione in Italia.

La Norma CEI 64-8 è composta dall'insieme dei 8 fascicoli che costituiscono le 8 parti della norma (**Fig. 12**):

- CEI 64-8/1 – Parte 1 – Oggetto, scopo e principi fondamentali.
- CEI 64-8/2 – Parte 2 – Definizioni.
- CEI 64-8/3 – Parte 3 – Caratteristiche generali.
- CEI 64-8/4 – Parte 4 – Prescrizioni di sicurezza.
- CEI 64-8/5 – Parte 5 – Scelta e installazione dei componenti elettrici.
- CEI 64-8/6 – Parte 6 – Verifiche.
- CEI 64-8/7 – Parte 7 – Ambienti e applicazioni particolari.
- CEI 64-8/8 – Parte 8-1 – Efficienza energetica degli impianti elettrici.



Per gli aspetti d'interfaccia con la rete pubblica la lettura della norma CEI 64-8 deve essere associata a quella della 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. Scopo della norma è di regolamentare, in modo vincolante, l'interfaccia tra gli utenti, attivi e passivi, e le imprese distributrici (gestori della rete locale) affinché le connessioni non introducano degrado della qualità del servizio della rete di distribuzione BT.

La norma CEI 99-2 si applica invece sia agli impianti utilizzatori sia agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica dell'energia elettrica. Il suo campo di applicazione è molto vasto: dalle centrali, alle sottostazioni di trasformazione, alle cabine primarie e secondarie. La sua lettura deve essere associata ad altre norme come evidenziato nel quadro normativo della Figura 12 che comporta ormai per questa tipologia d'impianti una progettazione multidisciplinare. In particolare, per la connessione alle reti pubbliche di MT e AT degli utenti passivi e attivi deve essere applicata la 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.

Nella generalità degli impianti occorre considerare anche le linee elettriche aeree esterne e le linee in cavo³. Le prime sono regolate dalla norma CEI 11-4 – Esecuzione delle linee aeree esterne. Le prescrizioni di progettazione ed esecuzione delle linee in cavo sono invece contenute nella norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo. La norma si applica a tutte le linee in cavo degli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica e alle linee in cavo degli impianti elettrici utilizzatori con tensione superiore a 1000 volt in c.a. e 1500 in c.c. Non si applica invece alle linee degli impianti utilizzatori con tensione non superiore a 1000 volt in c.a. e 1500 in c.c., per le quali quindi la norma specifica di riferimento resta la norma CEI 64-8.

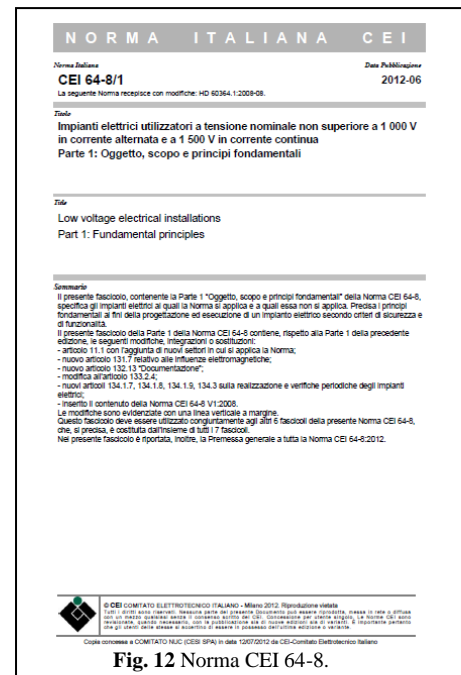


Fig. 12 Norma CEI 64-8.

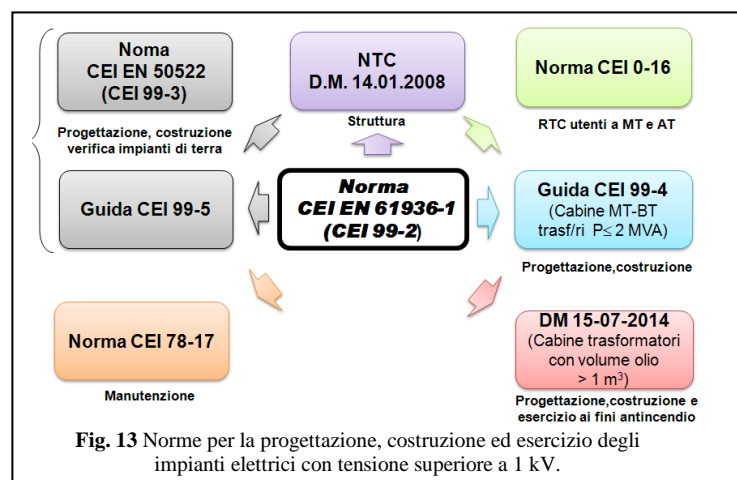


Fig. 13 Norme per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV.

³ Le linee della distribuzione pubblica hanno una classificazione che non dipende solamente dalla tensione d'esercizio e pertanto essa è diversa da quella degli impianti.

Test di verifica dell'apprendimento

1. Che cosa s'intende per impianto elettrico utilizzatore?

- ☐ L'impianto elettrico collegato a valle dell'apparecchio di misura dell'energia elettrica dell'impresa distributrice.
- ☐ L'apparecchio utilizzatore collegabile alla presa elettrica nelle civili abitazioni e negli stabilimenti industriali.
- ☐ La micro generazione diffusa effettuata da fonti rinnovabili (solare, eolico biomasse ecc.).

2. In un impianto elettrico trifase a neutro francamente a terra, qual è il valore della tensione nominale?

- ☐ La tensione stellata (fase neutro).
- ☐ La tensione di una fase verso terra.
- ☐ La tensione concatenata (fra le fasi).

3. Che cosa s'intende per massa di un impianto elettrico?

- ☐ Si definisce massa una qualsiasi parte metallica facente parte di un impianto elettrico.
- ☐ Una parte metallica facente parte dell'impianto elettrico, che è portata di mano e può andare in tensione a seguito di un guasto.
- ☐ È un involucro anche non metallico che impedisce il contatto delle persone con parti attive in tensione di un impianto.

4. Nel linguaggio comune che cosa s'intende per Bassa Tensione (BT)?

- ☐ La tensione nominale degli impianti compresa fra 400 V e 1000V in corrente alternata.
- ☐ La tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. (categoria 0 e I).
- ☐ La tensione nominale degli impianti non superiore a 25 V in c.a. e 60 V in c.c.

5. Dei valori di tensione sotto indicati forniti dalla rete elettrica di distribuzione pubblica, quali sono quelli relativi alle forniture di energia elettrica a uso industriale?

- ☐ 230 V fase neutro e 400 V fase fase.
- ☐ 127 V fase neutro e 220 V fase fase.
- ☐ 220 V fase neutro e 380 V fase fase.

6. In un sistema d'alimentazione in BT, del tipo TT, il conduttore di neutro presso l'utente deve essere:

- ☐ isolato da terra.
- ☐ connesso a terra.
- ☐ connesso alle masse.

7. In quale sistema d'alimentazione BT è previsto l'impiego di un conduttore con le funzioni di neutro e conduttore e protezione (PEN)?

- ☐ TN.
- ☐ IT.
- ☐ TT.

- 8. In quali impianti elettrici trifasi è obbligatoria la connessione diretta a terra ($Z_n \rightarrow 0$) del neutro?**
- ☐ Impianti con tensione nominale ≥ 100 kV.
 - ☐ Impianti con tensione nominale < 100 kV.
 - ☐ Impianti con tensione nominale compresa fra 10 e 20 kV.
- 9. Come si consegue la regola dell'arte nella progettazione e costruzione degli impianti elettrici?**
- ☐ La regola dell'arte è un modo di dire; non esiste un obbligo giuridico in tal senso.
 - ☐ L'applicazione delle norme CEI pertinenti liberano il progettista e il costruttore dall'obbligo di dimostrare di aver seguito la regola dell'arte.
 - ☐ Sottoponendo il progetto e l'impianto una volta costruito a una speciale commissione costituita presso il Comitato Elettrotecnico Italiano.
- 10. Quale delle seguenti normative si applica per la progettazione e la costruzione degli impianti di categoria 0 e I?**
- ☐ Norma CEI 64-8.
 - ☐ Norma CEI 99-2.
 - ☐ Direttiva per il materiale elettrico di Bassa Tensione (2006/95/CE).