



Cabine elettriche MT/BT

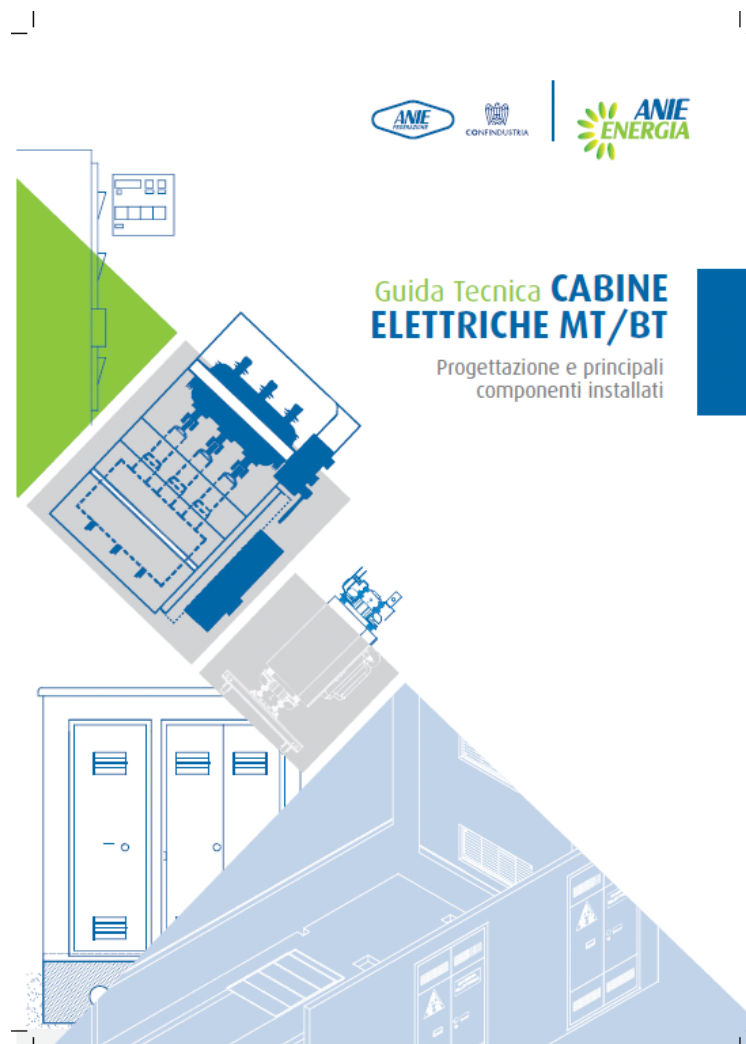
Progettazione e principali componenti installati

Mario Melodia
Presidente Sotto-Gruppo Cabine Elettriche
ANIE Energia
Bergamo, 28 Novembre 2019

Contenuti

- ☀ Cabine elettriche MT/BT
 - ☀ Guida ANIE
 - ☀ Tipologie di cabine elettriche
 - ☀ Progettazione cabina non prefabbricata
 - ☀ Progettazione cabina prefabbricata
 - ☀ DM 15 luglio 2014 Vigili del Fuoco
 - ☀ Inquinamento elettromagnetico della cabina
 - ☀ Manutenzione della cabina
 - ☀ Componenti installati

Cabine elettriche | Guida ANIE



Cabine elettriche | Tipologie

☀ Cabine elettriche non prefabbricate:

- ☀ Utilizzo di componenti dotati di involucro in grado di assicurare la protezione contro i contatti diretti
- ☀ Locale idoneo ad ospitare apparecchiature elettriche; collaudato direttamente nel luogo di ubicazione
- ☀ **Guida CEI 99-4**

☀ Cabine a giorno:

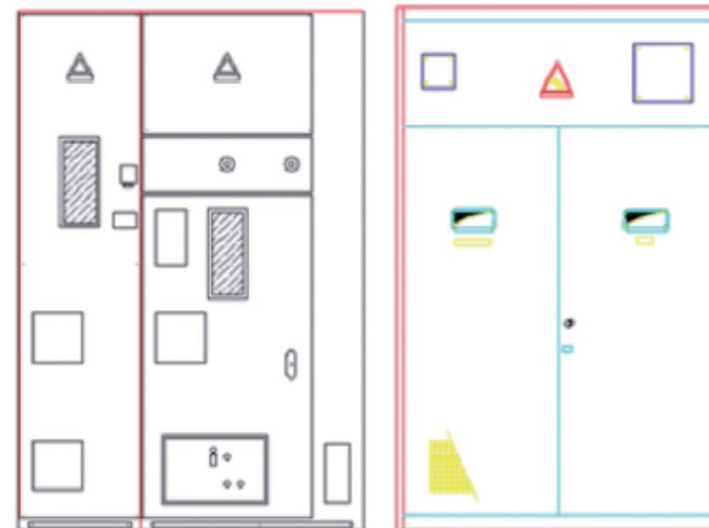
- ☀ Non è previsto l'utilizzo di componenti MT dotati di involucro in grado di assicurare la protezione contro i contatti diretti e quindi necessita di essere completato in opera
- ☀ **Norma CEI EN 61936-1**

☀ Cabine elettriche prefabbricate:

- ☀ Locale idoneo ad ospitare apparecchiature elettriche.
- ☀ Considerato come apparecchio conforme alla Norma di prodotto e che ha superato le prove di tipo previste
- ☀ **Norma CEI EN 62271-202**

Cabina non prefabbricata | Progettazione (1)

- Unico trasformatore massimo da 2.000 kVA o due trasformatori ciascuno da 1.000 kVA massimo
- Componenti MT disposti con barriere con grado di protezione minimo IP2X e altezza maggiore o uguale a 1.800 mm per la protezione contro i contatti diretti
- La protezione contro i contatti indiretti garantita attraverso l'impianto di terra esterno
- Nelle cabine realizzate in opera, componenti MT con proprio involucro contro i contatti diretti

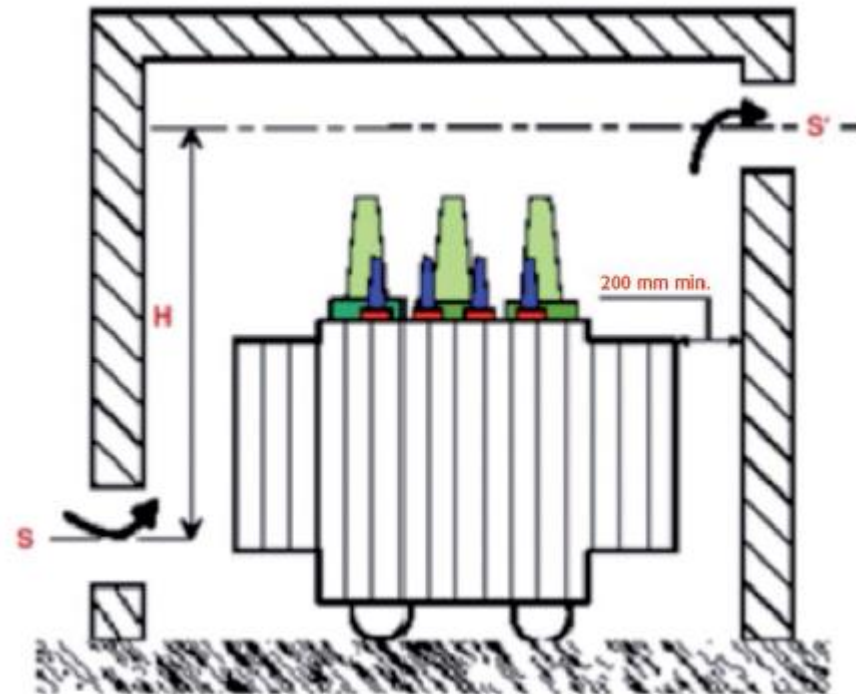


Cabina non prefabbricata | Progettazione (2)

- ☀ Bisogna tenere conto di:
 - Condizioni di servizio (temperatura, altitudine, ...)
 - Tipologia e caratteristiche dei carichi
 - Caratteristiche della rete del Distributore
 - Distanze rispetto a linee aeree, zone di stoccaggio di sostanze infiammabili, abitazioni
- ☀ Manufatto edile in accordo con **NTC 2018 Norme Tecniche sulle costruzioni** e con il DM prevenzione incendi (classificazione REI minima in caso di pareti adiacenti con edificio servito, compartimentazione antincendio)

Cabina non prefabbricata | Progettazione (3)

- ☀ Ricambio d'aria naturale:
 - Nella Guida CEI 99-4 sono presenti formule e esempi per verificare la congruità dell'areazione del locale
 - Fa riferimento alla potenza totale termica emessa dalle apparecchiature installate
 - Aperture di ventilazione disposte su pareti opposte
 - Aperture di ventilazione sulle porte e finestre con grado di protezione minimo IPXXB



Cabina non prefabbricata | Progettazione (4)

- Altre caratteristiche da considerare in fase di progettazione:
 - Porta (grado di protezione, dispositivi di chiusura, angolo di apertura)
 - Vie di fuga all'interno del locale non oltre 20 m (ma meglio non oltre 10 m)
 - Porte di emergenza con altezza minima 2 m e larghezza 75 cm
 - Fori per passaggio cavi con idonea sigillatura per evitare ingresso animali, acqua e propagazione incendi
 - Prevedere almeno una presa per l'alimentazione di servizio, illuminazione artificiale
 - Installazione di cartelli di divieto, avvertimento e avviso oltre che dello schema elettrico
 - Mezzi di estinzione incendio in luoghi facilmente accessibili

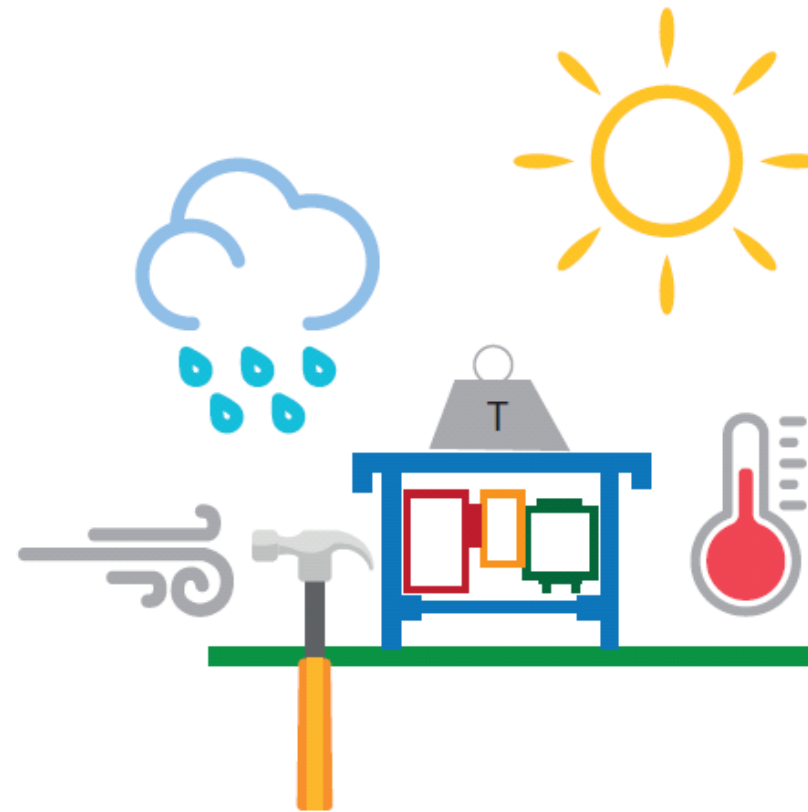
Cabina non prefabbricata | Prove e documentazioni

- ❁ Dopo la consegna e dopo il completamento dell'impianto, si devono eseguire ispezioni a vista, prove funzionali e misure per verificare la conformità dell'installazione dei componenti elettrici alle specifiche tecniche applicabili
- ❁ Specifiche applicabili e documentazioni oggetto di accordo tra fornitore e utilizzatore
- ❁ Tipicamente vengono fornite documentazioni su: impianto di terra, disegni dell'impianto, opere civili, schemi elettrici e circuitali, manuali per installazione e manutenzione, liste dei pezzi di ricambio, rapporti di prove, istruzioni per il riciclaggio e rottamazione

Cabina prefabbricata | Progettazione (1)

Le principali caratteristiche da considerare in fase di progettazione sono:

- Tipo di installazione
- Temperatura ambiente
- Radiazione solare
- Altitudine
- Inquinamento
- Velocità del vento
- Presenza di condensa
- Sismicità
- Carico massimo sul tetto



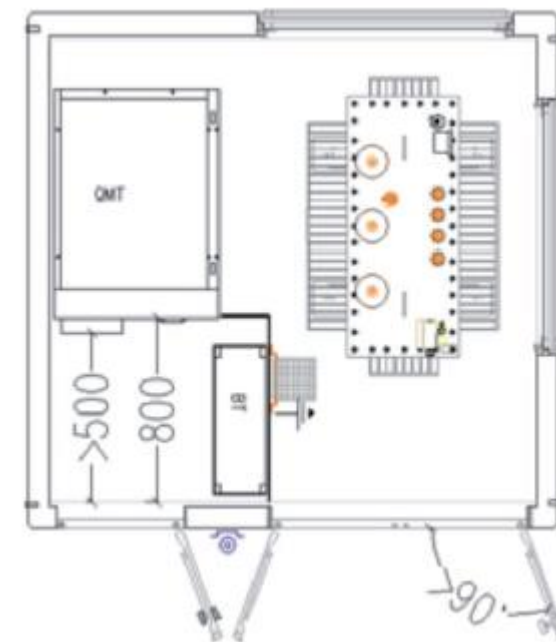
Cabina prefabbricata | Progettazione (2)

Le apparecchiature elettriche – come il quadro di media tensione e il trasformatore, già sottoposti a prove di tipo secondo norme di prodotto – attribuiscono alla cabina elettrica prefabbricata le caratteristiche nominali:

- Tensione nominale
- Correnti nominali
- Correnti di breve durata per i circuiti principali e di terra
- Potenza massima e perdite nominali
- Classe nominale dell'involucro → valore in Kelvin che si ottiene in seguito all'esecuzione di una prova di riscaldamento eseguita sulla cabina completa di apparecchiature

Cabina prefabbricata | Progettazione (3)

- Per la realizzazione dell'involucro possono essere utilizzati diversi materiali che resistano al deterioramento nelle condizioni ambientali previste
- Involucro con livello minimo di tenuta all'incendio sia che si sviluppi all'interno che all'esterno
- Robustezza meccanica sufficiente (grado IK10)
- Pannelli e porte fanno parte dell'involucro quindi devono assicurare lo stesso grado di protezione
- Apparecchiature posizionate in modo da garantire agli operatori manovre e manutenzione



Cabina prefabbricata | Progettazione (4)

- Protezione del pubblico e/o degli operatori in caso di guasto interno come per esempio arco interno all'apparecchiatura MT
- Se supera la prova può essere classificata IAC-A, IAC-B o IAC-AB



Classificazione arco interno IAC-A



Classificazione arco interno IAC-B



Classificazione arco interno IAC-AB

Cabina prefabbricata | Prove e documentazioni

Le prove di tipo obbligatorie servono a verificare la correttezza del progetto e le prestazioni attese. Vengono eseguite sulla massima configurazione rappresentativa dei componenti della cabina prefabbricata completa. Alcune prove di tipo sono:

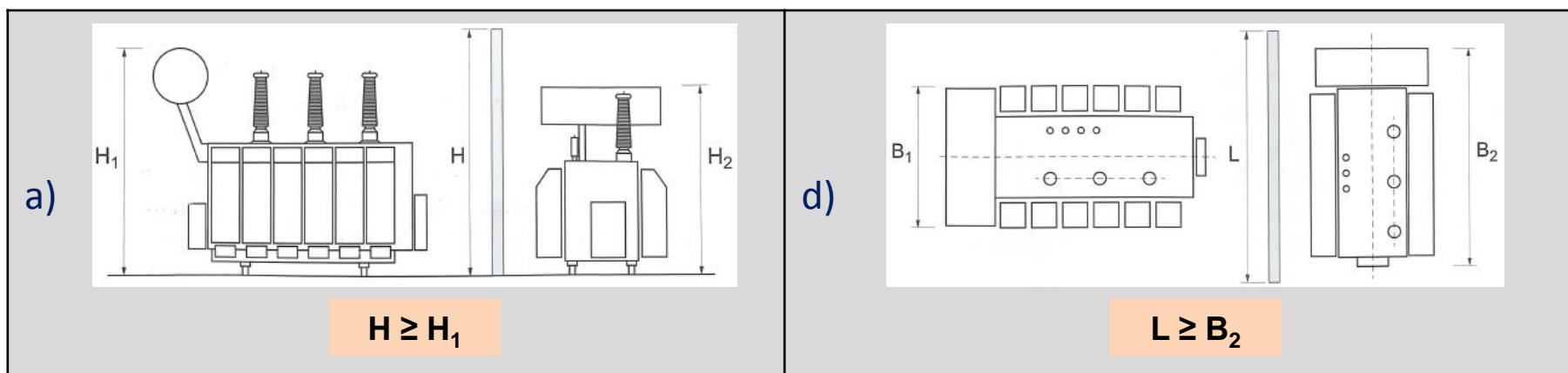
- Prove di isolamento su interconnessioni MT e BT
- Determinazione della classe termica dell'involucro
- Circolazione correnti di picco e di breve durata nei circuiti principali e di terra
- Verifica del grado di protezione IP23D
- Verifica del grado di resistenza IK
- Valutazione degli effetti dell'arco interno
- Prove di compatibilità elettromagnetica sull'apparecchiatura MT e BT

DM 15 Luglio 2014 | Vigili del fuoco (1)

- Il DM 15 Luglio 2014 si applica a tutte le installazioni, comprese le cabine elettriche MT/BT, sia di nuova realizzazione sia già esistenti in data 04/09/2014 (data di entrata in vigore del DM), con presenza di macchine elettriche fisse con contenuto di liquido isolante combustibile superiore a 1m^3 .
- Per tutte le macchine fisse soggette al DM 15 luglio 2014 è richiesto un sistema di contenimento del liquido isolante combustibile. Nel caso di più macchine elettriche fisse è necessario considerare la somma di tutti i volumi di liquido isolante contenuti da ciascuna macchina a meno che le macchine non siano distanti tra loro non meno di 3m o siano separate da setti separatori EI 60.

DM 15 Luglio 2014 | Vigili del fuoco (2)

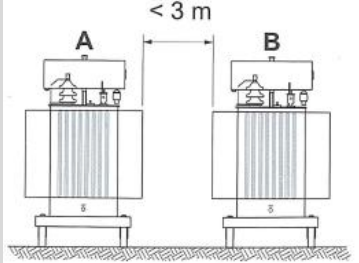
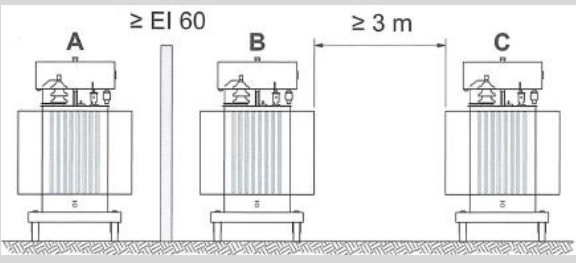
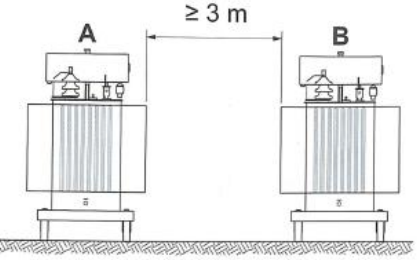
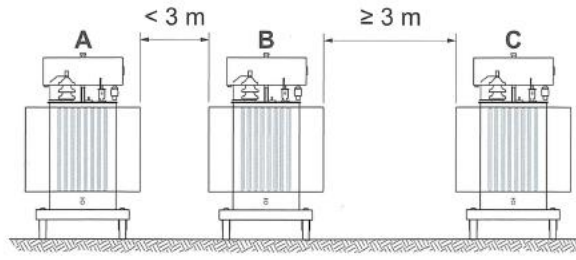
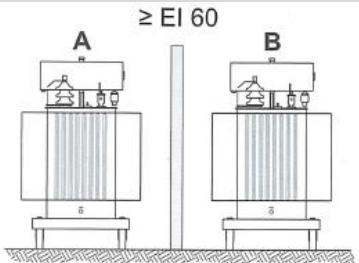
- Le due figure seguenti illustrano le dimensioni minime della parete divisoria (\geq EI 60) che rende **DISTINTI** due trasformatori distanti tra loro meno di 3 m.



altezza: pari a quella della sommità del serbatoio di espansione (se esiste) in caso contrario pari a quello della sommità del cassone della macchina elettrica;

lunghezza: pari alla larghezza o alla lunghezza della macchina a seconda dell'orientamento della stessa.

DM 15 Luglio 2014 | Vigili del fuoco (3)

<p>a)</p>  <p>$V_{tot} = V_a + V_b$</p>	<p>d)</p>  <p>$V_{tot} = \max (V_a , V_b , V_c)$</p>
<p>b)</p>  <p>$V_{tot} = \max (V_a , V_b)$</p>	<p>e)</p>  <p>$V_{tot} = \max [(V_a + V_b) , V_c]$</p>
<p>c)</p>  <p>$V_{tot} = \max (V_a , V_b)$</p>	<p>Per le INSTALLAZIONI ESISTENTI, nel caso di sistema di contenimento comune a più trasformatori, è sufficiente che sia dimensionato per contenere il liquido isolante della macchina elettrica maggiore</p> <p>$V_{tot} = \max (V_a , V_b , V_c)$</p>

Cabina | Inquinamento elettromagnetico (1)

- Le cabine elettriche MT/bt non generano, nella maggioranza dei casi, campi magnetici rilevanti negli ambienti esterni a esse circostanti ove la popolazione può essere esposta a tali campi. Tuttavia la situazione legislativa italiana risulta essere molto cautelativa in merito alla protezione della popolazione dai campi elettromagnetici e dai campi magnetici a bassa frequenza.
- I valori di induzione magnetica in μT a cui possono essere esposti gli esseri umani variano sulla base di quanto stabilito dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti), dalle direttive europee e dai decreti legislativi applicabili.

Cabina | Inquinamento elettromagnetico (2)

- Secondo ICNIRP il limite per i soggetti professionalmente esposti è pari a $500\mu\text{T}$ e $100\mu\text{T}$ per pubblico generico.
- Secondo le direttive UE il limite è pari a $500\mu\text{T}$ per tutti i soggetti.
- Nel caso si voglia realizzare in Italia una nuova cabina vicino ad aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze superiori a 4 ore bisogna rispettare l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$.
- Invece $10\mu\text{T}$ (media nelle 24 ore) è il valore di attenzione in caso di cabina esistente in Italia in vicinanza di un ambiente abitativo con permanenza superiore a 4 ore.
- In tutti gli altri casi in accordo alle leggi italiane il limite sale a $100\mu\text{T}$.

Cabina | Inquinamento elettromagnetico (3)

- ❁ Per quanto riguarda la valutazione del campo magnetico in cabina bisogna esaminare le sorgenti che contribuiscono maggiormente al fenomeno: trasformatori MT/bt e cavi o condotti sbarre che effettuano il collegamento Trasformatore MT/bt e Power Center.
- ❁ Per abbattere il campo magnetico si possono utilizzare trasformatori a bassa emissione elettromagnetica realizzati con materiali ad altissima permeabilità magnetica, utilizzare box di contenimento con caratteristiche schermanti, allontanare i cavi BT quanto più possibile dalle pareti esterne, disporre i cavi trifase in configurazione trasposta.

Manutenzione della cabina | CEI 78-17 / CEI 0-15 (1)

- Le Norme di riferimento per la manutenzione delle cabine elettriche sono la **CEI 78-17** e la **CEI 0-15**, entrambe in vigore in quanto la **delibera ARERA** in merito di adeguamenti ad oggi cita solo la CEI 0-15 per definire gli interventi di manutenzione da attuare obbligatoriamente per gli **Utenti con i requisiti semplificati**.
- Proprio nel mese di **novembre 2019** è stato avviato un progetto di inchiesta pubblica per aggiungere alla CEI 78-17 l'allegato C relativo agli interventi di cui sopra, che gli utenti con i requisiti semplificati devono adempiere per godere degli indennizzi automatici come stabilito da ARERA.
- Ci si aspetta pertanto che nei prossimi mesi la CEI 0-15 venga finalmente abrogata.

Manutenzione della cabina | CEI 78-17 / CEI 0-15 (2)

- ☛ **Manutenzione preventiva**: interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso nonché a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto o la loro destinazione d'uso
- ☛ **Manutenzione correttiva**: interventi con rinnovo e/o sostituzione di sue parti, che non modifichino in modo sostanziale le sue prestazioni e siano destinati a riportare l'impianto stesso in condizioni ordinarie di esercizio
- ☛ **Manutenzione predittiva**: eseguita sulla base di previsioni, derivate dall'analisi e dalla valutazione di parametri significativi che consentono di estrapolare il tempo residuo prima del guasto di un componente. Gli strumenti essenziali sono dunque: **sensori per rilevare lo stato dei componenti** (es. Thermovision per l'analisi dei punti caldi e la riduzione delle perdite localizzate), un **sistema di monitoraggio da remoto** (consente di realizzare una diagnostica e da la possibilità di ottimizzare i profili di carico) e la **connessione internet** (che garantisce immediatezza).

Manutenzione della cabina | CEI 78-17 / CEI 0-15 (3)

Figura del manutentore:

- La Norma definisce le competenze richieste ai manutentori, le indicazioni per la scelta dell'impresa di manutenzione
- Il manutentore deve essere un PES e possedere i requisiti per il Preposto ai Lavori (PL)

Come effettuare la manutenzione:

- È consigliabile effettuare prima un controllo generale dell'impianto e poi procedere con la manutenzione pianificata a fascicolo con almeno questi dati: identificativo della cabina, codifica della scheda, denominazione del circuito funzionale da esaminare, descrizione verifiche, periodicità interventi, interventi assunti, sigla e firma addetto manutenzione, data esecuzione, esito intervento, note

Manutenzione della cabina | CEI 78-17 / CEI 0-15 (4)

☀️ Esempi di interventi di manutenzione in cabina:

- Controllo dei dati di targa
- Controllo presenza dispositivi contro la dispersione dell'olio
- Controllo del livello del liquido isolante
- Controllo stato dei sali dell'essiccatore aria
- Pulizia isolatori e controllo stato di conservazione
- Verifica intervento relè Buchholz
- Controllo indicatore temperatura
- Controllo stato dei dispositivi meccanici per la movimentazione del trasformatore
- Controllo serraggio delle connessioni e della bulloneria
- Verifica esistenza punti caldi
- Manutenzione straordinaria per riduzione inquinamento magnetico

Componenti installati in cabina | Temi in brochure

- ☀️ Quadri elettrici di media tensione
 - Scelta del quadro
 - Tipo di interruttore per la distribuzione secondaria
 - Tenuta all'arco interno e sfogo dei gas
 - Caratteristiche di qualificazione sismica
- ☀️ Quadri elettrici di bassa tensione
 - Caratteristiche di specificazione per un quadro power center
- ☀️ Collegamenti in cavi e in condotto sbarre
 - Criteri di dimensionamento
 - Caratteristiche dei due tipi di soluzione
- ☀️ Trasformatori elettrici
 - Classificazione (in liquido o a secco) e caratteristiche nominali
 - Rischio incendio
 - Ventilazione locale trasformatore
 - Rumore

Efficienza energetica cabine elettriche | Piano di efficientamento

È possibile partecipare attivamente ad un piano di efficientamento energetico attraverso la corretta configurazione della cabina elettrica. Di seguito sono elencate alcune tecnologie che si possono interfacciare con le cabine elettriche nell'ottica dell'efficienza energetica:

- Trasformatori ad alto rendimento;
- Sistemi di rifasamento fissi ed automatici;
- Manutenzione delle cabine elettriche;
- Monitoraggio THD inquinamento armonico;
- Sistemi di interconnessione secondo logica I.4.0;
- Impianti di produzione da fonti rinnovabili;
- Sistemi d'accumulo;
- Stazioni di ricarica per veicoli elettrici;
- Connessione alla rete MT piuttosto che BT.

Total Harmonic Distortion (THD) | Monitoraggio

- ❁ Gli eventi di tensione spesso hanno un impatto non immediatamente percepibile, ma in ogni caso consistente, sull'efficienza energetica. Non a caso la CEI 64-8/8-1 sottolinea la necessità di monitorare il THD al fine di migliorare l'efficienza energetica dell'impianto elettrico.
- ❁ A titolo orientativo, una tensione di alimentazione con **THD pari al 10% causa una diminuzione della durata di vita:**
 - Del 18% per gli apparecchi trifase;
 - Del 5% per i trasformatori.

Sistemi di interconnessione secondo logica I.4.0 | Soluzioni

Una **cabina secondaria smart** differisce da una cabina tradizionale in quanto sono smart le relative **apparecchiature**:

- Dispositivi di comunicazione;
- Dispositivi di monitoraggio e controllo QMT, IMS e sezionatori;
- Dispositivi di controllo e protezione;
- Moduli Digitali I/O;
- Sensori combinati di tensione e corrente;
- Sganciatori elettronici per interruttori BT;
- Sensoristica per temperature avvolgimento trasformatore.

Fornitura in media tensione | **Risparmio**

- Un Utente Passivo con fornitura in bassa tensione, secondo **CEI 0-21**, richiede un aumento di potenza al fine di installare delle **stazioni di ricarica per veicoli elettrici**. Può sopperire all'aumento di potenza con il supporto delle **energie rinnovabili e/o impianti di accumulo** diventando Utente Attivo.
- Potrà anche succedere debba chiedere una fornitura alla rete di Media tensione. I vantaggi del passaggio dalla fornitura in BT alla fornitura in MT sono essenzialmente due:
 - Il prezzo al kWh della fornitura in media tensione risulta inferiore alla fornitura in bassa tensione;
 - In media tensione si risparmia sulle perdite di rete: queste infatti si attestano intorno al 3,8% in media tensione mentre aumentano al 10,4% in bassa tensione.



Grazie per l'attenzione
anienergia.anie.it

